

Qualittraffic - Qualität der Verkehrsinformation

Qualittraffic - Qualité de l'information trafic

Qualittraffic - Quality of traffic information

MEXTRASys

Management Experts for Transport Systems AG

Franz Mühlethaler

Claude Marschal

Rainer Koch

Hans Jörg Spieler

Forschungsauftrag VSS 2001/901 im Rahmen der Forschung
SBT des ASTRA

März 2005

Index

1	Einleitung	11
1.1	Problemstellung	11
1.2	Ziele	11
1.3	Arbeitsmethode.....	12
1.4	Definitionen.....	12
1.5	Abgrenzung	14
2	Heutige Situation	16
2.1	Verkehrsinformation in der Schweiz	16
2.2	Qualitätsprobleme.....	17
2.3	Situation in Europa	18
2.4	Neue Herausforderungen	19
3	Anforderungen	20
3.1	Anforderungsliste	20
3.2	Konsolidierung der Anforderungen	21
4	Qualitätsmodell	24
4.1	Anwendungsbereich	24
4.2	Qualitätsbegriff.....	26
4.2.1	Grundbegriff.....	26
4.2.2	Qualitätsmass und mögliche Werte	27
4.3	Anwendung auf Verkehrsinformation.....	28
4.3.1	Erwartete Information	28
4.3.2	Wirkungen	28
5	Qualitätskriterien.....	33
5.1	Wirkungsparameter und Gewichtungen.....	33
5.1.1	Status	35
5.1.2	Verlauf	37
5.2	Gegebenheitstypen.....	41
5.2.1	Verkehrssicherheit.....	41
5.2.2	Transporteffizienz Strasse	43
5.2.3	Transporteffizienz ÖV	45
5.3	Kriterien bezüglich Ortsbezug.....	46
6	Qualitätsbewertung.....	48

6.1	Informationsgewinnung	48
6.1.1	Authentizität.....	48
6.1.2	Nachvollziehbarkeit.....	49
6.1.3	Vergleichbarkeit.....	50
6.2	Informationsanspruch	50
6.3	Falsche Meldungen	53
6.3.1	Falscher Meldungsinhalt.....	53
6.3.2	Falscher Ortsbezug	57
6.4	Verbreitung zu vorbestimmten Zeiten	58
6.5	Bewertung von Prognosen.....	58
6.6	Qualitätslevel	59
6.7	Darstellung der Resultate	59
7	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	61
	Anhang A: Herleitung des Wirkungsmodells	64
	Anhang B: Zusammenfassung der Antworten aus den Interviews	72
	Fragen zur Qualität der Verkehrsinformation	73
	Anforderungen an die Qualität in der Zukunft.....	76
	Anhang C: Beispielrechnungen.....	77
	Beispiel 1: Falschfahrer.....	77
	Gewichtung	77
	Maximale Wirkung und Wirkungsdifferenz.....	78
	Beispiel 2: Stau	78
	Gewichtung	78
	Maximale Wirkung und Wirkungsdifferenz.....	79
	Anhang D: Normentwurf.....	80

Zusammenfassung

Eine hohe inhaltliche Qualität der Verkehrsinformation ist eine wichtige Voraussetzung nicht nur für eine optimierte individuelle Routenplanung, für die subjektive Empfindung der Verkehrsteilnehmer („ich bin informiert“) und Erhöhung der Verkehrssicherheit, sondern auch für das Verkehrsmanagement. Bis heute gibt es noch keine systematischen Untersuchungen der Einflussfaktoren, welche die Qualität bestimmen, obwohl die meisten Anbieter von Verkehrsinformation ein weitreichendes Qualitätsbewusstsein entwickelt haben und Massnahmen zur Überwachung und Steigerung der Qualität durchsetzen. Einige empirische Methoden zur Bestimmung der Qualität in speziellen Situationen sind bekannt, aber ein Qualitätsmass, welches auf alle Verkehrsinformationen anwendbar ist und einen Qualitätsvergleich dieser Informationen erlaubt, wurde bisher nirgends entwickelt.

Die vorliegende Forschungsarbeit schafft die Grundlagen für eine Schweizer Norm zur Bestimmung der Qualität von Verkehrsinformation. Basierend auf einer Analyse der Benutzeranforderungen wird die Methodik zur Bestimmung eines Qualitätswertes für Verkehrsinformation entwickelt. Die Methodik beruht auf einem Vergleich der Verkehrsinformation mit der tatsächlichen Situation vor Ort. Aus der tatsächlichen Situation lässt sich bestimmen, welche positiven Wirkungen maximal durch Verkehrsinformation zu erzielen wären. Zur Vereinfachung werden nur die hauptsächlichen Wirkungen der Verkehrsinformation in den Bereichen Verkehrssicherheit und Transporteffizienz berücksichtigt. Die durch einen Anbieter aufbereitete Verkehrsinformation wird von einer idealen Verkehrsinformation mehr oder weniger stark abweichen und dadurch eine Differenz zur maximalen Wirkung ergeben. Das Verhältnis von Wirkungsdifferenz und maximaler Wirkung ist ein Mass für die Qualität der Verkehrsinformation (oder genauer: für die Abweichung von der maximal erzielbaren Qualität). Nicht berücksichtigt wird in diesem Zusammenhang die Art, wie die Verkehrsinformationen vom Anbieter zum Endbenutzer gelangen.

Die Forschungsarbeit berücksichtigt alle nach der Schweizer Norm SN 671 921 darstellbaren Inhalte von Verkehrsinformation, das heisst sowohl Informationen zum Strassenverkehr wie auch zum öffentlichen Verkehr. Für die Bestimmung des Qualitätsmasses reicht es, eine Stichprobe von Gegebenheiten auszuwählen und für diese die tatsächliche Situation mit der vorliegenden Verkehrsinformation zu vergleichen. Um die Vergleichbarkeit der Wirkungen zu erreichen, wird der Ansatz einer Monetarisierung angewandt. Es wird bestimmt, wer von einer Gegebenheit betroffen ist, und für die Betroffenen wird der finanzielle Gewinn abgeschätzt, den sie erzielen können, wenn ihnen die Verkehrsinformation zur Verfügung steht. Die Abschätzung basiert einerseits auf für die Gegebenheiten spezifischen Werten, andererseits auf Gewichtungsfaktoren, die einmalig zu bestimmen sind. Die Forschungsarbeit bestimmt die Methode, wie diese Gewichtungsfaktoren hergeleitet werden können, ohne sie explizit schon zu berechnen.

Das Qualitätsmass kann auf unterschiedlichen Stufen der Verarbeitung von Verkehrsinformation bestimmt werden. Dadurch lassen sich zum Beispiel Beiträge zu einer angebotenen Verkehrsinformation aus mehreren Quellen oder verschiedene Aufbereitungsverfahren vergleichen. Alle wesentlichen Aspekte der Qualität wie die Aktualität, Vollständigkeit und Richtigkeit lassen sich in einem Mass ausdrücken und sind dadurch vergleichend bewertbar. Die Forschungsarbeit leitet das Qualitätsmass in zwei Genauigkeitsstufen her. In der ersten Genauigkeitsstufe wird weitgehend auf den Beizug von Werten verzichtet, die sich nicht aus unmittelbaren Beobachtungen vor Ort ergeben. Die zweite Genauigkeitsstufe verlangt vorab im Bereich der Transporteffizienz eine Modellierung des wahrscheinlichen Verhaltens von Verkehrsteilnehmern auf der Basis der angenommenen Start- und Zielpunkte für die Transporte und Umlagen auf verschiedene Routen.

Als Resultat der Forschungsarbeit kann festgehalten werden, dass eine Norm für die Bestimmung der Qualität von Verkehrsinformation machbar ist. Die wesentli-

chen Grundlagen dazu werden in der Forschungsarbeit geliefert. Der Vorteil des gewählten Ansatzes ist, dass sich in einer Vielfalt von Situationen nach überschaubaren Formeln ein Qualitätswert berechnen lässt und dadurch auf komplexe Vergleiche von Qualitätskriterien verzichtet werden kann. Die Prämisse, dass sich die Qualität nur durch unabhängige und direkte Beobachtung der Gegebenheiten vor Ort verlässlich ermitteln lässt, impliziert einen beträchtlichen Aufwand für diese Beobachtung. Je höher die angestrebte Genauigkeit des Qualitätswertes, desto höher ist der Aufwand. Die Qualitätsbestimmung wird dadurch immer im Spannungsfeld zwischen dem Anspruch an Nachvollziehbarkeit und Aussagekraft einerseits und der Praktikabilität andererseits stehen.

Als ein Hauptproblem in der Umsetzung einer Norm hat sich herausgestellt, dass wesentliche statistische Grundlagen für die Herleitung der Gewichtungsfaktoren heute fehlen. Es ist möglich, sich in einem ersten Schritt mit groben Abschätzungen zu behelfen. Gegenüber der heutigen Situation ohne jegliche gefestigte Grundlage für die Qualitätsbestimmung ist auch dies schon ein deutlicher Fortschritt. Aber eine schrittweise Verbesserung dieser Abschätzungen muss unbedingt angestrebt werden.

Dass die Forschungsarbeit eine sehr umfassende Betrachtung zur Qualitätsbestimmung vornimmt und damit eine hohe Komplexität aufweist, gibt auf der anderen Seite Spielraum für deutliche Vereinfachungen in spezifischen Situationen der Anwendung. Wo welche Vereinfachungen ohne wesentliche Genauigkeitsverluste zulässig sind, muss sich in einer praktischen Erprobung zeigen. Diese Erprobung ist schon als Schritt in der Erarbeitung der angestrebten Norm vorzusehen.

Résumé

Une bonne qualité du contenu de l'information trafic est une condition importante non seulement pour une optimisation individuelle des itinéraires, pour un sentiment subjectif de l'utilisateur ("je suis informé") et pour l'augmentation de la sécurité, mais également pour le management du trafic. Bien que la plupart des fournisseurs d'information trafic aient développé largement un esprit de qualité ainsi que des mesures pour la contrôler et l'améliorer, il n'existe à ce jour pas d'examen systématique des facteurs d'influence qui déterminent la qualité. Certaines méthodes empiriques pour la détermination de la qualité dans des situations particulières sont connues. Cependant un indice de qualité pouvant s'appliquer sur toutes les informations trafic et permettant de comparer la qualité de ces informations n'a pas encore été développé.

Le présent projet de recherche définit les bases d'une norme Suisse pour la détermination de la qualité de l'information trafic. Une méthode pour déterminer un indice de qualité pour l'information trafic est développée en se basant sur une analyse des besoins des utilisateurs. La méthode s'appuie sur la comparaison de l'information trafic avec la situation réelle sur le terrain. A partir de la situation réelle il est possible de déterminer quels seraient les effets positifs maximaux pouvant être atteints avec l'information trafic. Pour simplifier la mise en oeuvre il n'a été considéré que les effets de l'information trafic dans les domaines de la sécurité du trafic et de l'efficacité des transports. L'information trafic élaborée par un fournisseur s'éloignera plus ou moins d'une information trafic idéale et créera ainsi une différence par rapport à l'effet maximal. Le rapport entre la différence de l'effet et l'effet maximal est un indice pour la qualité de l'information trafic (ou plus précisément pour la différence par rapport à la qualité maximale pouvant être atteinte).

Le projet de recherche prend en compte l'ensemble des contenus de l'information trafic pouvant être présentés selon la norme SN 671921. c.à.d. autant les informations du transport individuel que celles du transport public. Pour déterminer l'indice de qualité il est suffisant de choisir un échantillon d'événements et d'en comparer la situation réelle avec la situation présentée par l'information trafic. Le principe de la monétarisation est appliqué afin de pouvoir comparer les effets. On détermine qui est concerné par une situation. Pour les usagers concernés on estime le gain financier qu'ils peuvent obtenir lorsque l'information trafic leur est disponible. L'estimation se base d'une part sur des valeurs spécifiques par situation et d'autre part sur des facteurs de pondération qui doivent être définis une fois pour toute. Le travail de recherche définit la méthode permettant de déterminer ces facteurs de pondération sans les calculer de façon explicite.

L'indice de qualité peut être défini à différents niveaux pendant l'élaboration de l'information trafic. De cette manière il est par exemple possible de comparer des informations trafic provenant de sources différentes ou de processus d'élaboration différents. Tous les aspects liés à la qualité tels que l'actualité, la complétude et la justesse peuvent être traduits par un indice de qualité et sont par ce fait comparables. Le travail de recherche détermine l'indice de qualité sur deux niveaux de précision. Le premier niveau de précision n'utilise que des valeurs pouvant être déduites directement de l'observation sur le terrain. Le deuxième niveau de précision demande au préalable une modélisation du comportement probable des usagers dans le domaine de l'efficacité des transports. Celle-ci s'effectue sur la base de points de départ et d'arrivée estimés pour les transports et la répartition sur différents itinéraires.

Comme résultat du projet de recherche on peut retenir qu'une norme pour définir la qualité de l'information trafic est faisable. Les bases essentielles pour la norme sont livrées par le projet de recherche. L'avantage de la méthode retenue est de pouvoir déterminer un indice de qualité pour une multitude de situations à l'aide de formules maîtrisables. Ceci permet de renoncer à des comparaisons complexes entre des

critères de qualité. La prémisse que la qualité ne peut être déterminée de façon fiable uniquement à l'aide d'observation sur le terrain implique des moyens importants. L'investissement est directement proportionnel à la précision de la qualité que l'on veut atteindre. La détermination de la qualité sera toujours un compromis d'une part entre l'exigence de la cohérence et de la précision de l'information et la faisabilité d'autre part.

Le manque de données statistiques pour la détermination des facteurs de pondération s'est avéré comme un problème majeur pour la mise en oeuvre d'une norme. Il est possible de faire des estimations grossières dans un premier temps. Ceci représente déjà un progrès considérable par rapport à la situation actuelle où il n'existe aucune base consolidée. Cependant une amélioration par étapes de ces facteurs doit être considéré.

Le projet de recherche prend en compte de façon exhaustive la détermination de la qualité et comporte de ce fait une complexité importante. Ceci laisse une grande marge de manoeuvre pour effectuer des simplifications dans des situations spécifiques de mise en oeuvre. L'application pratique devra montrer dans quels domaines des simplifications sont possibles sans perte de précision. Ceci devra déjà être considéré pour l'élaboration de la norme.

Summary

High quality of the content of traffic information is an important prerequisite to optimize the individual route planning, for the personal perception of those involved in transport, for the increase of traffic safety as well as for the traffic management. Up to now there are no systematic investigations on those factors influencing the quality, even though most of the traffic information providers have developed a high level of quality consciousness and implement measures for the monitoring and control of quality. Some empiric methods for the determination of quality in specific situations are known, but a quality measure applicable to all sorts of traffic information and allowing a quality comparison of such information has not yet been developed.

This investigation establishes the basis for a Swiss standard on the determination of the quality of traffic information. Starting with an analysis of user requirements, a methodology for the computation of a quality value for traffic information is introduced. It relies on the comparison of the traffic information with the real life situation on the spot. The real life situation allows determining the maximum benefit achievable with traffic information. As a simplification only the major effects of traffic information in the domain of traffic safety and transport efficiency are considered. The traffic information the service provider offers is expected to deviate more or less from ideal traffic information and therefore to cause a deficit in the benefit. The ratio between maximum benefit and this deficit is a measure for the quality of the traffic information (or to be more precise: for the deviation from the maximum quality achievable). In this context, the way in which the traffic information gets from the service Provider to the user is not considered.

The investigation covers all possible contents of traffic information according to the Swiss standard SN 671 921, including information about traffic on the road network as well as about public transport. To determine the quality value it is sufficient to select a sample of incidents and to compare the real life situation relating to them with the traffic information available. To achieve comparability a monetary approach is chosen. Those affected by an incident are identified and their financial benefit is estimated, in case the traffic information is available for them. The estimation is based on specific parameters of the incident as well as on weighting factors that need to be determined only once. This investigation establishes the method on how to derive the weighting factors without calculating them explicitly.

The quality measure may be determined on different processing levels of the traffic information. This allows, as an example, to compare contributions to traffic information from various sources or different processing methods. All relevant quality aspects such as actuality, completeness and correctness may be expressed in this measure and therefore may be subject to comparative assessment. The investigation establishes the quality measure on two accuracy levels. The first level avoids as much as possible parameters that can't be determined based on observations on the spot. The accuracy second level requires, especially in the domain of transport efficiency, the modeling of the expected behavior of road and public transport users based on assumed origins and destinations of transports and the mapping to the various possible routes.

The investigation leads to the result that a standard for the determination of traffic information quality is feasible. The investigation lays the essential foundations for this. The advantage of the approach chosen is that it is possible to calculate a quality value in a variety of situations according to clear formula, thus avoiding complex comparisons of quality criteria. The premise, that the quality of traffic information may only be determined based on independent and direct observation of incidents on the spot, implies a substantial effort required for these observations. The effort is increased, if higher accuracy of the quality value is envisaged. As a consequence,

the quality determination will always be in the field of conflict between the demand on reproducibility and validity on one side, and on practicability on the other side.

The lack of a firm statistical fundament for the derivation of the weighting factors turned out to be one of the major obstacles to establish the standard. As a first step it is possible to rely on rough estimations. As compared to the today's situation without any foundation for quality determination at all this is already a major step forward. But to envisage a step-by-step improvement of the estimations is essential.

As the investigation gives a comprehensive view on quality determination, and therefore deals with a high level of complexity, leaves a lot of space for simplifications when applied in specific situations. Practical tests will have to show what simplifications are acceptable without substantial decreases in the accuracy. These practical tests should be foreseen as one of the steps towards the establishment of the standard.

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Das wachsende Verkehrsaufkommen auf den Schweizer Strassen führt immer häufiger zu Störungen im Verkehrsfluss und bei Ereignissen, welche den Verkehr behindern, zu immer grossräumigeren negativen Auswirkungen. Verkehrsinformation, sei es in der direkten Verbreitung zu Fahrzeugführern oder als Grundlage für verkehrsbezogene Systeme wie Routenplanung, Flottenmanagement und Verkehrsmanagement, erlaubt eine gezielte und sinnvolle Reaktion auf die Störungen und Behinderungen, weshalb sie immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Verkehrsinformation kann ihre Aufgabe nur erfüllen, wenn sie verlässlich ist. Fehlende, falsche, widersprüchliche oder nicht zeitgerechte Information führt zu nicht situationsgerechtem Verhalten und kann dadurch - je höher das Verkehrsaufkommen, desto mehr - Störungen akzentuieren und zusätzliche Störungen und Unfälle auslösen.

Die Qualität der Verkehrsinformation in der Schweiz ist verbesserungswürdig. Bekannt sind Fälle von über Radio verbreiteten Stauinformationen, welche sich beim Befahren der genannten Strasse als falsch erweisen, zum Beispiel weil sich der Stau bereits aufgelöst hat. Bekannt ist auch, dass ein Teil der Staus oder anderen Störungen nicht oder zu spät gemeldet werden. Dies ist für die Strassenbenutzer nicht nur lästig, sondern verursacht auch volkswirtschaftlich unerwünschte Wartezeiten oder Umwegfahrten und hat negative Auswirkungen auf die Umwelt und die Verkehrssicherheit. Die Verbesserung der Verkehrsinformation ist ein dringendes Anliegen, das auch im Leitbild Strassenverkehrstelematik des UVEK zum Ausdruck kommt.

Um die Qualität der Verkehrsinformation zu verbessern, muss sie erfasst werden können. Dazu ist ein quantitatives Mass erforderlich. Auf dessen Basis sind Vergleiche zwischen verschiedenen Quellen von Verkehrsinformation möglich. Ein solches Mass wird aber nur breite Akzeptanz finden, wenn es auf einer wissenschaftlichen Grundlage aufbaut und in einer verbindlichen Norm in seiner Anwendung umfassend beschrieben ist.

Der Nutzen der Verkehrsinformation hängt von ihrer Qualität ab. Es ist damit zu rechnen, dass sobald Verkehrsinformation angeboten wird, für die eine deutlich über dem heutigen Niveau liegende Qualität garantiert wird, dafür auch eine Zahlungsbereitschaft entsteht. Der wirtschaftliche Anreiz, die Verkehrsinformation zu verbessern, ist damit von der Messbarkeit der Qualität abhängig.

1.2 Ziele

Das Forschungsvorhaben "Qualittraffic" hat folgende Ziele:

- ▶ Erarbeitung von Methoden zur Bewertung der Verkehrsinformation nach objektiven Qualitätskriterien, um die Vergleichbarkeit von Informationen, die aus unterschiedlichen Quellen stammen und mit unterschiedlichen Aufbereitungsmethoden gewonnen werden, zu erreichen.
- ▶ Zusammenstellung einer Liste von Qualitätskriterien, welche nach dem Inhalt der Verkehrsinformation und nach dem Qualitätsmerkmal unterscheiden und in den entwickelten Bewertungsmethoden anzuwenden ist.

- ▶ Definition von mehreren Qualitätsklassen so, dass die Verkehrsinformationen aus einer Quelle oder von einem Aufbereiter insgesamt einer Qualitätsklasse zugeordnet werden können
- ▶ Erarbeitung von Vorgaben für die Aufzeichnung zur Qualitätsbewertung wesentlicher Parameter, so dass eine kontinuierliche Qualitätsüberwachung implementiert werden kann, welche mit ISO 9001 kompatibel ist.

Die Ziele sollen unter folgenden Rahmenbedingungen erreicht werden:

- ▶ Die Methoden und Kriterien sollen so weit wie möglich unabhängig sein von der Art der technischen Erzeugung und Aufbereitung der Verkehrsinformation (d.h. insbesondere unter Einschluss automatisch erzeugter Daten und von Verkehrsprognosen)
- ▶ Es sollen mindestens die im Forschungsvorhaben VSS2000/436 aufgeführten Informationsinhalte bezüglich Qualität beurteilt werden können (d.h. insbesondere Multimodalität der Inhalte!). Eine Erweiterung auf zusätzliche Inhalte soll ohne wesentlichen Aufwand möglich sein
- ▶ Die Qualitätsbewertung und Zuordnung zu Qualitätsklassen soll leicht nachvollziehbar, praxisnahe und technisch einfach durchführbar sein

1.3 Arbeitsmethode

Die vorliegende Untersuchung basiert auf einem umfassenden Studium der zum Thema Qualität der Verkehrsinformation in der Schweiz und in Europa vorhandenen Literatur. Zusätzlich wurden mit einer Reihe von Experten im angesprochenen Bereich Interviews auf der Basis eines Fragebogens durchgeführt.

Der Hauptteil der Arbeit bestand in der Entwicklung eines passenden Qualitätsmodells. Dazu wurden Wirkungsanalysen für die Verkehrsinformation durchgeführt. Dem Modell wurde, zur Ermittlung eines Qualitätsmasses, eine streng mathematische Ausprägung gegeben, wobei auch Schätzverfahren zur Anwendung kamen.

Für die Festlegung von Werten zu den Modellparametern wurde einerseits auf in anderen Studien ermittelte Grössen abgestellt. Andererseits wurden im Bereich Verkehrsunfälle auch eigene exemplarische Auswertungen in Datenbanken vorgenommen. Vereinzelt wurden auch Schätzwerte der an der Forschungsarbeit beteiligten Experten verwendet.

Die Arbeit wurde von der Expertenkommission 9.02 "Verkehrsinformation" des VSS begleitet. Diese Expertenkommission brachte wertvolle Hinweise zu zahlreichen Inhalten ein und trug dadurch wesentlich zur fachlichen Qualität bei.

1.4 Definitionen

Abschnitt

Teil eines Verkehrsnetzes zwischen zwei Knoten, d.h. Stellen, die eine Richtungswahl erlauben oder an denen der Verkehr aus unterschiedlichen Richtungen zusammenläuft.

Ausmass

Siehe SN 671 921.

Ereignis

Siehe SN 671 921.

Gefahrenstelle

Gegebenheit im Strassennetz, welche eine Herabsetzung der Verkehrssicherheit bewirken kann.

Gegebenheit

Besonderheit in der Verkehrssituation, welche die Verbreitung einer entsprechenden Verkehrsinformation auslösen sollte. Gegebenheiten entsprechen einem Gegebenheitstyp, welcher auf eine Sachlage abbildbar ist. Mehrere Gegebenheitstypen können auf die gleiche Sachlage abgebildet werden.

Informationsanspruch

Durch den Anbieter von Verkehrsinformation festgelegte, dauerhaft gültige Kriterien, mit denen dieser die Verbreitung seiner Verkehrsinformation in dem Sinn beschränkt, dass nur den Kriterien entsprechende Verkehrsinformationen von ihm erwartet werden können.

Informationsquelle

Stelle, von der die für die Bestimmung des Qualitätsmasses wesentlichen Parameterwerte bezogen werden.

Monetarisierung

Zuordnung von Geldwerten zu Wirkungen so, dass mit diesem Geld die Wirkung ausgeglichen bzw. abgegolten werden kann.

Qualität eines Informationssystems

Die Qualität eines Informationssystems ergibt sich aus dem Vergleich der durch das System abgegebenen Information mit der von ihm aufgrund der gegebenen Situation erwarteten Information, eingeschränkt auf den vorgegebenen Informationsanspruch und bezüglich der Wirkung in der vorgesehenen weiteren Verwendung.

Qualitätslevel

Vorgegebener Wertebereich des Qualitätsmasses. Jeder Qualitätslevel hat eine Nummer.

Qualitätsmass

Zuordnung eines Zahlenwertes zu einer festgestellten Qualität mit der Eigenschaft, dass der Wert für bessere Qualität höher ist.

Sachlage

Siehe SN 671 921.

Status

Gegebenheit, welche ausser ihrem Beginn und Ende keine für die Wirkung von Verkehrsinformation wesentlichen Veränderungen erfährt. Ob es sich bei einer Gegebenheit um einen Status handelt, ist allein vom Gegebenheitstyp abhängig.

Störung

Gegebenheit im Verkehrsnetz, welche eine Verminderung der Transporteffizienz bewirken kann.

Transporteffizienz

Eigenschaft der auf einem Verkehrsnetz oder einem Teil davon durchgeführten Transporte, welche beschreibt, in welchem Verhältnis der Umfang der Transporte zu dem für sie benötigten Aufwand steht. Der Aufwand schliesst alle spezifisch für die betrachteten Transporte anfallenden Kosten ein, wie auch Zeitkosten der zu transportierenden Personen oder Güter, nicht aber externe Kosten.

Verkehrsinformation

Siehe SN 671 831.

Verkehrsmeldung

Siehe SN 671 921.

Verkehrsnetz

Statische, allgemein zugängliche Infrastruktur, auf welcher Transporte abgewickelt werden. Hier betrachtet werden nur das Strassennetz und das Netz des öffentlichen Verkehrs (ÖV).

Verkehrssicherheit

Eigenschaft der auf einem Verkehrsnetz oder Teil davon verkehrenden Fahrzeuge, welche beschreibt, wie sicher diese Fahrzeuge und die durch sie transportierten Personen und Güter vor Schäden durch Unfälle sind. Als Schäden berücksichtigt werden auch die Kosten zur Beseitigung von Unfallfolgen und die Verminderung der Transporteffizienz, welche durch einen Unfall verursacht wird.

Verlauf

Gegebenheit, welche ein Ausmass hat, das sich zwischen ihrem Beginn und Ende verändern kann und einen Einfluss auf die Wirkung von entsprechender Verkehrsinformation ausübt.

Wirkung von Verkehrsinformation

Gesamtheit der durch Verkehrsinformation oder das Ausbleiben von Verkehrsinformation bei den Verkehrsteilnehmern erzeugten Effekte.

Zeitverlust

Durch eine Störung verursachte Zunahme der Zeit für die Abwicklung der von der Störung betroffenen Transporte.

1.5 Abgrenzung

Die vorliegende Forschungsarbeit konzentriert sich auf die Verkehrsinformation in der Schweiz. Insbesondere wird von den wesentlichen in der Schweiz verbreiteten Ereignistypen ausgegangen (siehe Norm SN 671 921).

Es werden nur die inhaltlichen Aspekte der Verkehrsinformation betrachtet, nicht aber mögliche Fehler in der Darstellung. Für diesen Bereich sind andere Normen zuständig. Ausgeblendet ist zum Beispiel die Verwendung unterschiedlicher Ortsbezeichnungen. Zu erwähnen ist, dass hier einerseits die Konsistenz in den Bezeichnungen vor Ort gegeben sein muss und andererseits die Bezeichnungen in den Verkehrsinformationen in jedem Fall denjenigen vor Ort entsprechen sollten.

Nicht untersucht werden Methoden zur Erreichung von Qualität, die auf der Überwachung fest vorgegebener Arbeitsprozesse beruhen. Stattdessen wird untersucht, welche Qualität sich als Resultat dieser Arbeitsprozesse insgesamt ergibt. Die Überwachungsmethoden für Arbeitsprozesse hängen stark von den Vorgaben ab und können höchstens durch allgemeine Prinzipien beschrieben werden, wie diese zum Beispiel in der Normenserie ISO 9000 ff enthalten sind.

Es wird eine klare Trennlinie gezogen zwischen Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement. Verkehrsmanagement betrachtet Verkehrssituationen aus einer übergeordneten Netz-Sicht und beeinflusst die Verkehrsteilnehmer - durch Vorgaben oder Empfehlungen - so dass die Verkehrsströme insgesamt optimiert und negative Auswirkungen des Verkehrs vermindert werden. Verkehrsmanagement hat auch die Aufgabe, bei Störungen zu verhindern, dass durch zu zahlreiches Ausweichen der Betroffenen noch gravierendere Störungen an anderen Stellen im Verkehrsnetz entstehen. Verkehrsmanagement ist nicht Gegenstand der Untersuchung.

Die Trennung von Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement bedeutet insbesondere, dass die Qualität von mit der Verkehrsinformation verbreiteten Empfehlungen nicht berücksichtigt wird.

Die verwendete Qualitätsdefinition macht die Qualität unabhängig von der Erreichbarkeit der Nutzer von Verkehrsinformation. Die Erreichbarkeit wird in der Forschungsarbeit nicht untersucht.

Der Verkehrsinformation wird ein konkreter Nutzen zugeschrieben. Dabei werden Komfortaspekte ausgeblendet. Zum Beispiel werden Nutzen nicht berücksichtigt, die daraus entstehen, dass Bezüger einer Verspätungsmeldung zu ihrer Beruhigung erfahren, was die Ursache der Verspätung ist.

2 Heutige Situation

Die heutige Situation wurde anhand einer Umfrage und einer Literaturrecherche ermittelt. Der Fragebogen und eine Zusammenfassung der Antworten sind im Anhang A zu finden.

Aus der Literaturrecherche konnten einige Artikel und Berichte gefunden werden, welche die heutige Situation der Verkehrsinformationen beschreiben. Diese thematisieren vor allem Verkehrsinformationen, welche an den motorisierten Verkehr gerichtet sind. Einzelne Ansätze betreffend den Anforderungen an die Qualität der Verkehrsinformation werden gemacht, jedoch konnten keine Grundlagen gefunden werden, welche die Problematik der Qualität der Verkehrsinformation in einem allgemeinen Ansatz erarbeiten.

In den Interviews wurden Interviewpartner aus den Bereichen Datenerfassung und Datenverarbeitung sowohl im Bereich des Individual- als auch des öffentlichen Verkehrs berücksichtigt. Bei den kommerziellen Dienstleistern wurde teilweise sehr zurückhaltend auf den Fragebogen eingegangen. Die Antworten lassen aber trotzdem einige Schlüsse zu, welche für diesen Forschungsauftrag von Bedeutung sind.

2.1 Verkehrsinformation in der Schweiz

Die Verkehrsinformationen in der Schweiz stützen sich auf verschiedene Quellen. Diese werden einzeln oder in Kombination zu hochwertigeren Informationen aggregiert und an Kunden weitergegeben. Diese Kombination von verschiedenen Quellen erweist sich oft als schwierig, da die Informationen je nach Quelle grosse Unterschiede bezüglich der Aktualität, Vollständigkeit und Richtigkeit aufweisen können. Trotzdem wird in vielen Fällen bei der Datenaufbereitung ein Vergleich zwischen diesen Quellen für die Plausibilität der Verkehrsinformation verwendet.

Im Bereich des öffentlichen Verkehrs wird ein Grossteil der Verkehrsinformationen durch automatische Erfassungssysteme gewonnen. Beim Individualverkehr hingegen spielen die manuellen Erhebungen immer noch eine wesentliche Rolle.

Die Verkehrsinformationen stammen aus folgenden Quellen:

Registrierter Staumelder	Über eine Gratisnummer kann der Verkehrsteilnehmer einer Zentrale aktuelle Ereignisse übermitteln. Registrierte Melder werden in der Regel in der Zentrale mit einem Status versehen, welche die Zuverlässigkeit des Melders anzeigt.
Zufälliger Staumelder	Meldungen von zufälligen Staumeldern, das heisst noch nicht registrierten Staumeldern, werden in der Regel nicht als alleinige Quelle für die Generierung von Verkehrsinformationen verwendet.
Polizei	Die Polizei meldet Ereignisse einer Verkehrsinformationszentrale.
Sensoren	Sensoren dienen der automatischen Erfassung des Verkehrsflusses an ausgewählten Orten.
Video	Video-Kameras, welche den Verkehrsfluss an bestimmten Orten abbilden.
Betriebsleitzentrale	Zentrale für die laufende Überwachung des öffentlichen Verkehrs

Die Daten werden von den verschiedenen Dienstleistern (Viasuisse, Traffix, TCS, etc.) gesammelt und zu Verkehrsinformationen verarbeitet. Diese werden heute in

den meisten Fällen über Radio, Internet, als Voice- oder Datendienste über GSM und über Teletext an die Kunden weitergegeben.

Die Verkehrsinformationen werden auch für die Steuerung von Verkehrsleitsystemen verwendet. Verkehrsleitsysteme sind an verschiedenen Stellen in der Schweiz im Aufbau oder bereits im Betrieb. Eine Vernetzung von mehreren Verkehrsleitsystemen besteht heute noch nicht.

Grundsätzlich zu unterscheiden sind Verkehrsinformationen vom Individualverkehr und dem öffentlichen Verkehr. Die Betriebe des öffentlichen Verkehrs besitzen heute Systeme, mit welchen die aktuelle Position eines Fahrzeugs permanent abgefragt werden kann. Damit können aufgrund einer einzigen Quelle bereits hochwertige und qualitativ gute Verkehrsinformationen aufbereitet werden. Störungen werden dadurch praktisch sofort mit dem Erkennen auch in der Zentrale gemeldet. Im Gegensatz dazu wird es im Individualverkehr in den seltensten Fällen möglich sein, ein Ereignis ohne Verzögerung zu erkennen. Erst in letzter Zeit wird allmählich die Zurückhaltung abgebaut, diese Informationen auch direkt den Benutzern des ÖV zur Verfügung zu stellen.

2.2 Qualitätsprobleme

Die heutigen Nutzer der Verkehrsinformationen haben in der Regel keine Möglichkeit, die Qualität der Verkehrsinformation zu bestimmen. In einigen Fällen wird eine schlechte Qualität spürbar, zum Beispiel wenn ein Verkehrsteilnehmer durch einen nicht gemeldeten Stau einen Reisezeitverlust hinnehmen muss.

Eine gute Qualität der Verkehrsinformation (das bedeutet eine richtige Meldung zur Richtigen Zeit, damit der Verkehrsteilnehmer optimal darauf reagieren kann) hat aber durchaus aus Sicht der Verkehrssicherheit eine Berechtigung. Es sei nur das Ereignis "Falschfahrer auf der Autobahn" erwähnt, welches bei einer zu späten Meldung schwerwiegende Folgen mit sich ziehen kann.

Ebenso ist aus wirtschaftlicher Sicht eine gute Qualität anzustreben, wenn damit die Transporteffizienz gesteigert werden kann. Diverse Studien belegen den wirtschaftlichen Schaden, welcher durch den Verkehrsstau verursacht wird. Durch die Verkehrsinformation können Massnahmen eingeleitet werden die den Schaden verkleinern oder gar verhindern (z.B. durch Umfahren des Staus oder Verschieben der Reise).

Die Qualität der Verkehrsinformation ist also sowohl aus wirtschaftlichen wie auch aus Sicherheitsüberlegungen von Bedeutung. Eine Verbesserung der Qualität wirkt sich in beiden Bereichen positiv aus.

Aus der Umfrage wurde ersichtlich, dass bei Bestrebungen im Gange sind, die Qualität der Verkehrsinformationen zu verbessern. Gemäss der Umfrage kann in die Qualität der Verkehrsinformation durch den Vergleich der Quellen, bzw. durch die Erhöhung der Anzahl Quellen erreicht werden. Dies ist aber gleichzeitig auch sehr problematisch, da durch die verschiedene Aktualität, Vollständigkeit und Richtigkeit ein zuverlässiger Vergleich nicht erreicht werden kann, solange die Qualität der einzelnen Quelle nicht bekannt ist.

Ebenso problematisch erweist bei der heutigen Situation zudem, dass vom Ereignisbeginn bis zur Meldung beim Verkehrsteilnehmer die Information über viele unterschiedliche Beteiligte weitergegeben wird.

Aus der Situationsanalyse zeichnen sich folgende Kriterien ab, welche sich für die Beurteilung der Qualität eignen:

- ▶ Die Zeit welche zwischen dem Beginn eines Ereignisses bis zum Eintreffen der Meldung beim Verkehrsteilnehmer verstreicht (Aktualität).

- ▶ Die Anzahl effektiver, meldungswürdiger Ereignisse im Verhältnis zur Anzahl effektiv gemeldeter Ereignisse (Vollständigkeit).
- ▶ Die Anzahl falsch gemeldeter Ereignisse (inhaltliche Richtigkeit).
- ▶ Die effektive räumliche Ausdehnung eines Ereignisses im Vergleich zur Raumbeschreibung der effektiven Meldung (örtliche Richtigkeit).

Die Anbieter von Verkehrsinformation können den Anspruch auf Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit unterschiedlich gewichten und den einen auf Kosten des anderen stärker betonen. Am ehesten kann gemäss der Umfrage zu Gunsten der Aktualität und Richtigkeit auf die Vollständigkeit verzichtet werden (lieber in kurzer Zeit eine richtige Meldung verfassen, als die Situation vollständig zu beschreiben). Am meisten Gewicht erhält die Richtigkeit, noch vor der Aktualität.

Ein spezifisches Qualitätsproblem stellt die nicht überall vorhandene Trennung von Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement dar. Insbesondere die kantonalen Polizeistellen als Informationslieferanten sind in der Regel für beide Bereiche zuständig und eine Vermischung kann ihnen deshalb leicht unterlaufen. So besteht die Versuchung, dass aus Gründen des Verkehrsmanagements bewusst Verkehrsinformationen unterdrückt, verzögert oder sogar falsche Verkehrsinformationen erzeugt werden.

2.3 Situation in Europa

Die Situation in Europa unterscheidet sich nicht wesentlich von der Situation in der Schweiz. Einzelne Projekte zeigen innovative Wege auf, um die Verkehrsinformationen zu verbessern. Zu erwähnen ist der Einbezug von Floating Car Data in unterschiedlicher Form, die Verwendung neuer Sensortypen einschliesslich Video mit automatischer Bildauswertung und Satellitenaufnahmen sowie die Verkehrszustandsberechnung mittels zeitlich differenzierter Verkehrsmodellen und Simulationen.

In Deutschland werden zur Zeit von Anbietern empirische Modelle für die Bestimmung der Qualität von Verkehrsinformationen erarbeitet und getestet. Sie beschränken sich auf das Verkehrereignis Stau.

Die ERIC-Federation ist bemüht, für den internationalen Austausch von Verkehrsinformationen Qualitätsstandards zu definieren. Die Verkehrsmeldungen, welche gemäss ERIC ausgetauscht werden sollen, werden nach folgenden Kriterien ausgewählt:

1. Verkehrsstaus von mindestens 10km Länge
2. Sperrungen von mindestens 2 Stunden
3. Informationen über Baustellen auf Autobahnen und Hauptverkehrsachsen
4. Strassenzustand, welcher den Verkehr beeinflusst (Schnee, Eis, Nebel) mit einer voraussichtlichen Dauer von mindestens 2 Stunden
5. Andere Umstände der Verkehrsbehinderung (Streik, Ereignisse, Naturkatastrophen)
6. Mindestens zwei 0-Meldungen pro Tag

Für die Bestimmung der Qualität ist eine Abgrenzung des Informationsanspruchs, wie sie die ERIC-Federation vorschlägt, vorzunehmen, damit nur die für die Qualität relevanten Informationen in die Qualitätsbeurteilung einfließen.

Im Rahmen der europäischen Normierung (CEN) gibt es zur Zeit keine Aktivitäten zum Thema Qualität von Verkehrsinformation. Vielmehr konzentriert man sich hier auf die Vereinheitlichung der Schnittstellen zur Übertragung von Verkehrsinformation unter den verschiedenen Beteiligten und mit unterschiedlichen technischen Mitteln.

2.4 Neue Herausforderungen

Mit dem Aufkommen der Verkehrstelematik befindet sich die Verkehrsinformation im Umbruch. Entwicklungen, welche heute erst am Anfang stehen, stellen zusätzliche Anforderungen, welche in die Qualitätsbeurteilung zu berücksichtigen hat. Als Herausforderungen sind zu erwähnen:

- ▶ Neue Erfassungsmethoden. Die heute im Strassenbereich noch dominierende Informationserfassung durch Verkehrsteilnehmer und spezielle Auskunftspersonen (Polizei, Staumelder) wird zunehmend durch automatische Erfassung verdrängt. Mit jeder neuen Erfassungsmethode gewinnt der Qualitätsvergleich zwischen den verschiedenen Methoden an Bedeutung.
- ▶ Verschiedene Anbieter. Öfters versuchen in der Schweiz neue Anbieter auf den Markt zu drängen. In dieser Entwicklung steht unser Land nicht allein dar. Sie ist vielmehr Ausdruck eines erweiterten und differenzierteren Bedarfs an Verkehrsinformation. Wichtig ist deshalb, dass die Qualität der verschiedenen Anbieter verglichen werden kann.
- ▶ Rollen der Beteiligten. Einerseits ist für den Betrieb der Verkehrsnetze eine minimale Information der Nutzer aus Betreibersicht erforderlich (Stichwort "Service Public"), andererseits ist die Verkehrsinformation zunehmend mit wirtschaftlichen Interessen verbunden. Um die Rollen der Beteiligten, zum Beispiel im Rahmen einer Public Private Partnership klar zuweisen und abgrenzen zu können, ist unter anderem die Festlegung von Qualitätsstandards erforderlich.
- ▶ Neue Aufbereitungsmethoden. Erst am Anfang stehen Techniken zur automatischen inhaltlichen Aufbereitung von Verkehrsinformation. Die neuen Instrumente müssen ihre Tauglichkeit beweisen, was eine Qualitätsbeurteilung der durch sie erzielten Resultate erfordert.
- ▶ Neue Verbreitungsmethoden. Mit den immer breitbandigeren Datenübertragungsmöglichkeiten, insbesondere im mobilen Bereich, eröffnen sich auch den Verkehrsinformationen neue Kanäle mit ihren spezifischen Übertragungsmöglichkeiten: Übertragung von Daten statt nur Sprache, Übertragung an spezifische Empfänger statt Broadcast und Übertragung auf Anfrage. Es stellt sich die Frage, wie weit Limitierungen in diesen Kanälen die Qualität der Verkehrsinformation beeinflussen.
- ▶ Neue Anwendungen. Verkehrsinformation ist längst nicht mehr nur Information für die Fahrzeugführer. Zielführung, Flottenmanagement und Verkehrslenkung sind nur drei Beispiele von Anwendungen, welche auf qualitativ hochstehende Information angewiesen sind. Qualitätsmängel erhalten dadurch auch bezüglich Auswirkungen eine neue Dimension.
- ▶ Prognosen. Für viele Anwendungen ist nicht die aktuelle Verkehrssituation gefragt, sondern im Rahmen einer Planung muss die erwartete Verkehrssituation an bestimmten Orten zu bestimmten Zeiten bekannt sein. Dazu sind differenzierte und verlässliche Prognosen zu erstellen. Selbstverständlich können diese nur vorhersehbare Ereignisse berücksichtigen.

3 Anforderungen

3.1 Anforderungsliste

Die nachfolgenden Anforderungen an die Bestimmung der Qualität von Verkehrsinformation wurden im Verlauf der Forschungsarbeit aus unterschiedlichen Quellen zusammengetragen:

- ▶ Die Norm muss Messwerte für die Qualität der Verkehrsinformation definieren, welche praktisch bestimmbar sind.
- ▶ Die Qualität muss sich an der tatsächlich vorliegenden Situation messen.
- ▶ Die Qualität muss auf allen Stufen der Verarbeitung von Verkehrsinformation, von der Quelle über die Aufbereitung bis zur Verbreitung bestimmbar sein.
- ▶ Die Qualität muss die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Verkehrsinformation berücksichtigen.
- ▶ Die Norm muss den Vergleich der Qualität von Verkehrsinformation insbesondere für verschiedene Quellen, verschiedene Anbieter und verschiedene Verbreitungskanäle ermöglichen.
- ▶ Verkehrsinformation hoher Qualität muss synchron sein. Das heisst die über unterschiedliche Kanäle verbreitete Information muss sich inhaltlich entsprechen.
- ▶ Die Norm muss Qualitätslevel festlegen.
- ▶ Die Qualitätslevel müssen einen passenden Qualitätsbereich abdecken, so dass heute in der Schweiz erzeugte, aber auch zukünftig mit besseren technischen Mitteln erzeugte Verkehrsinformation differenziert einem Qualitätslevel zugewiesen werden kann.
- ▶ Bei der Bestimmung der Qualität muss der Informationsanspruch des Erzeugers der Verkehrsinformation berücksichtigt werden. Dazu gehört das abgedeckte Gebiet, die abgedeckten Typen von Verkehrsnetzen, die Zeiten, die einbezogenen Fahrzeugtypen, die Meldungsinhalte sowie Schwellenwerte absolut und gegenüber der Normalsituation.
- ▶ Die Qualitätsbestimmung muss unabhängig von der Erzeugungsart und angewendeten Verfahren sein.
- ▶ Im Minimum für die gemäss vorgesehener Schweizer Norm SN 671 921 definierten Meldungsinhalte muss eine Qualitätsbestimmung möglich sein.
- ▶ Die Qualitätsbestimmung muss für alle möglichen örtlichen Referenzierungen der Verkehrsinformation (d.h. für alle Gebiete, Arten der Verkehrsnetze) anwendbar sein.
- ▶ Beim Vergleich der Qualität verschiedener Verkehrsinformationen muss auf die mit den Verkehrsinformationen verbundenen Wirkungen abgestützt werden.
- ▶ Die Qualität der Verkehrsinformation muss sowohl für aktuelle Meldungen als auch für Prognosen bestimmbar sein.
- ▶ Bei Prognosen muss die Qualitätsbestimmung den Prognosehorizont (Zeit zwischen Erstellung und vorausgesagtem Eintreten) berücksichtigen.

- ▶ Die Qualität muss unabhängig von der Darstellungsart der Meldungen bestimmt werden können.
- ▶ Die Verlässlichkeit der angegebenen Qualitätswerte (Fehlertoleranzen) muss bestimmbar sein.
- ▶ Die Qualitätsbestimmung muss sowohl die Entstehung von Ereignissen als auch deren Auflösung (Rückkehr zur Normalsituation) berücksichtigen.
- ▶ Die Qualitätsbestimmung muss dem Umstand Rechnung tragen, dass die tatsächliche in der Verkehrsinformation wiedergegebene Situation eine Entwicklung durchschreitet.
- ▶ Die Norm muss neben Verkehrsinformationen, welche nur das Vorhandensein eines Ereignisses oder Zustandes angeben, auch Verkehrsinformationen mit quantitativen Angaben zum Ausmass berücksichtigen.

3.2 Konsolidierung der Anforderungen

Alle gestellten Anforderungen erscheinen als grundsätzlich erfüllbar und widerspruchsfrei. Sie schränken die Möglichkeiten zur Definition der Qualität stark ein.

Verlangt sind Messwerte, was bedeutet, dass die Qualität quantifizierbar sein muss. Die quantitativen Werte müssen zumindest teilweise aus der Verkehrsinformation abgeleitet werden. Wenn, wie gefordert, die Verkehrsinformation verschiedener Anbieter in ihrer Qualität vergleichbar werden soll, dann hat dies zwei Konsequenzen:

- ▶ Es darf nicht nur auf ein paar wenige durch die Anbieter verbreitete Verkehrsinformationen abgestellt werden, sondern die Werte müssen zumindest einen repräsentativen Anteil der durch die Anbieter verbreiteten Verkehrsinformation berücksichtigen. Andernfalls würde sich ein im Qualitätsvergleich unterlegener Anbieter unfair behandelt fühlen und behaupten, das Resultat sei nur durch eine falsche Auswahl der berücksichtigten Verkehrsinformationen zustande gekommen.
- ▶ Die Messung der Qualität sollte pro Anbieter nur einen Wert liefern. Würde die Qualität in mehreren Werten ausgedrückt, dann wäre im Fall, dass ein Anbieter einen Wert höher, einen anderen aber tiefer hat als ein anderer, nicht mehr feststellbar, wer nun die bessere Qualität liefert.

Wenn nun verschiedene Verkehrsinformationen - da zumindest die in SN 671921 enthaltenen Verkehrsinformationen einzubeziehen sind auch Informationen sehr unterschiedlicher Art - ein einziges Qualitätsmass ergeben sollen, besteht eine wesentliche Aufgabe darin, diese Arten im Verhältnis zueinander zu gewichten. Mit anderen Worten: für jede Art von Verkehrsinformation ist ein Verfahren zu bestimmen, wie Werte abgeleitet werden können, und zusammen mit einer Gewichtung liefern diese Werte einen Beitrag zum Qualitätsmass.

Für die Bestimmung der Werte ergeben sich aus den Anforderungen eine Reihe von weiteren Randbedingungen. Da die Qualitätsbestimmung unabhängig von der Erzeugungsart der Verkehrsinformation und angewendeten Verfahren sein muss, dürfen die Werte nicht aus Eigenschaften dieser Verfahren abgeleitet werden, sondern nur deren Resultat, die Verkehrsinformation an sich berücksichtigen.

Ein weiteres Element ist aber einzubeziehen: Die Qualität muss sich an der tatsächlich vorliegenden Situation messen. Das bedeutet, dass bei der Bestimmung der Werte ein Vergleich zwischen Verkehrsinformation und tatsächlich vorliegender Information vorzunehmen ist. Die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität kann

sich nur auf diesen Vergleich beziehen - würde nur die Verkehrsinformation in sich betrachtet, liesse sich weder Richtigkeit noch Vollständigkeit und Aktualität feststellen.

Die Anforderung, dass die Verkehrsinformation an der tatsächlich vorliegenden Situation zu messen sei und daran gemessen vollständig sein müsse, dürfte die umstrittenste sein. Als Gegenargument wird vorgebracht, dass es besser sei, gewisse Verkehrsinformationen nicht zu verbreiten, weil sie mehr Schaden anstellen als dass sie nützen. Vielzitiertes Beispiel: auf einer Autobahn wird ein Stau gemeldet, alle weichen aus und das sekundäre Strassennetz bricht zusammen, während sich der Stau auf der Autobahn schon bald wieder auflöst. Ist angesichts solcher Beispiele die Anforderung sinnvoll? Und wie kann mit der dargestellten Situation unter Einhaltung der Anforderung umgegangen werden?

Die Anforderung, mit der Verkehrsinformation die tatsächliche Situation vollständig darzustellen bedeutet auch, dass sowohl der Zusammenbruch des sekundären Strassennetzes als auch die Auflösung des Staus auf der Autobahn zu melden ist. Anbieter, welche dies nicht tun, werden keine hohen Qualitätswerte erreichen. So weit unterstützt also auch die Anforderung ein vernünftiges Verkehrsverhalten und leistet einen Beitrag zur Lösung von Verkehrsproblemen. Reicht aber dieser Beitrag aus?

Das Problem liegt in einem Übersteuern des gesamten Systems: tritt an einer Stelle ein Stau auf und wird dies allen Fahrzeugen bekannt gemacht, die auf diese Stelle auffahren, dann erscheint es für alle möglicherweise im Moment als vorteilhaft, eine andere Route zu wählen und alle zusammen werden diese Alternativroute sehr rasch überlasten. Diese Überlastung wird aber erst gemeldet, wenn sie schon eingetroffen ist, worauf die Fahrzeuge auf eine noch andere Route ausweichen und so fort. Diesem Effekt ist mit Verkehrsinformation, auch wenn sie noch so vollständig und aktuell ist, nicht vollständig beizukommen. Hier gibt es eine zusätzliche Aufgabe, welche darin besteht, bei Störungen bezüglich Ausweichverhalten im System eine genügende Dämpfung zu erzeugen, damit sich ein stabiler Zustand ergibt. Das ist eine typische Aufgabe des Verkehrsmanagements. Die Abgabe von Empfehlungen stellen zum Beispiel eine solche Dämpfung dar.

Wäre eine brauchbare Lösung der Aufgabe nicht doch auch, dass gewisse Verkehrsinformationen bewusst unterdrückt würden? Es gibt gute Argumente, die dagegen sprechen:

- ▶ Wenn Verkehrsinformationen unterdrückt werden, werden die Verkehrsteilnehmer dies feststellen und ihr Verhalten darauf einstellen. Sie werden dadurch in ihrem Verhalten zunehmend unberechenbar und die Aufgabe des Verkehrsmanagements wird erschwert.
- ▶ Bewusstes Unterdrücken bedeutet, dass jemand die Kontrolle über alle verbreitete Verkehrsinformation hat. Ein solches zentral kontrolliertes Informationssystem ist in der heutigen Informationsgesellschaft mit freiem Informationsaustausch kaum denkbar. Wer kann einen Informationsanbieter davon abhalten, dass er die unterdrückten Informationen doch verbreitet?

Die Schlussfolgerung aus all diesen Überlegungen ist, dass die Anforderung, die Qualität der Verkehrsinformation an der tatsächlichen Situation zu messen, gerechtfertigt ist, dass aber, um negative Nebeneffekte zu unterbinden, dem Verkehrsmanagement eine zusätzliche Aufgabe erwächst.

Mit dieser Anforderung wird automatisch auch eine weitere Anforderung erfüllt: diejenige wonach die Verkehrsinformationen synchron sein sollen. Es gibt nur eine tatsächliche Situation und wenn alle Verkehrsinformationen bestrebt sind, diese möglichst genau widerzugeben, dann werden sie automatisch synchron sein.

Zentral ist auch die Anforderung, dass der Vergleich der Verkehrsinformation sich auf die durch sie ausgelösten Wirkungen abstützen muss. Die Aufgabe der Entwicklung eines Qualitätsmasses besteht dadurch zu einem wesentlichen Teil aus der Entwicklung eines Wirkungsmodells der Verkehrsinformation. Die herbeigezogenen Messwerte, aber auch die Art der Berechnung ihres Beitrages zum Qualitätsmass und die Gewichtungen sollten aus diesem Wirkungsmodell ableitbar werden. Das hat den Vorteil, dass die Berechnungsvorschriften für das Qualitätsmass begründbar werden. Hat zum Beispiel ein Anbieter von Verkehrsinformation den Eindruck, dass die spezifische Methode zur Qualitätsbestimmung ihn gegenüber einem andern Anbieter benachteilige, dann hat er die Möglichkeit, durch eine eigene Wirkungsuntersuchung Teile des Berechnungsverfahrens (etwa die Werte gewisser Gewichtungen) in Frage zu stellen. Sein Eindruck wird begründbar und es kann durch Vergleich der verschiedenen Wirkungsuntersuchungen klar entschieden werden, welches Berechnungsverfahren besser ist.

Das Abstützen auf die Wirkung hat aber noch einen weiteren Vorteil: Anbieter von Verkehrsinformation dürften versucht sein, ihr Angebot so auszurichten, dass sie einen möglichst hohen Qualitätswert erreichen. Wenn konsequent auf die Wirkung abgestützt wird, hat dies zur Folge dass die Anbieter, welche dies am konsequentesten tun, mit ihrer Verkehrsinformation die grösste positive Wirkung erzeugen. Würde in gewissen Bereichen nicht auf die Wirkung abgestützt, so würde dort eine Qualitätsoptimierung zu Verzerrungen führen, welche einer positiven Wahrnehmung der Verkehrsinformation entgegen stehen würden.

Das letzte Argument suggeriert noch eine weitere Festlegung: wenn auf die Wirkung abgestützt wird, dann nicht auf die individuelle Wirkung für einzelne Verkehrsteilnehmer, sondern auf die kollektive Wirkung im gesamten Verkehrssystem. Nur so kann das definierte Qualitätsmass auch eine kollektive Akzeptanz erwarten.

Es stellt sich die Frage, wie die Wirkungen der vielen unterschiedlichen Arten von Verkehrsinformation so zu quantifizieren sind, dass sie vergleichbar werden. In der wissenschaftlichen Literatur zu ähnlichen Bereichen hat sich heute weitgehend eine Methode durchgesetzt: die Monetarisierung der Wirkungen. Hier wurden bereits zahlreiche spezifische Verfahren entwickelt und relevante Grössen bestimmt, auch für den Verkehrsbereich. Auch wenn gewisse ethische Fragen aufgeworfen werden - kann man den Verlust eines Menschenlebens in Geld ausdrücken? - darf die Methode als etabliert betrachtet werden und einer Anwendung zur Qualitätsbestimmung von Verkehrsinformation steht grundsätzlich nichts entgegen.

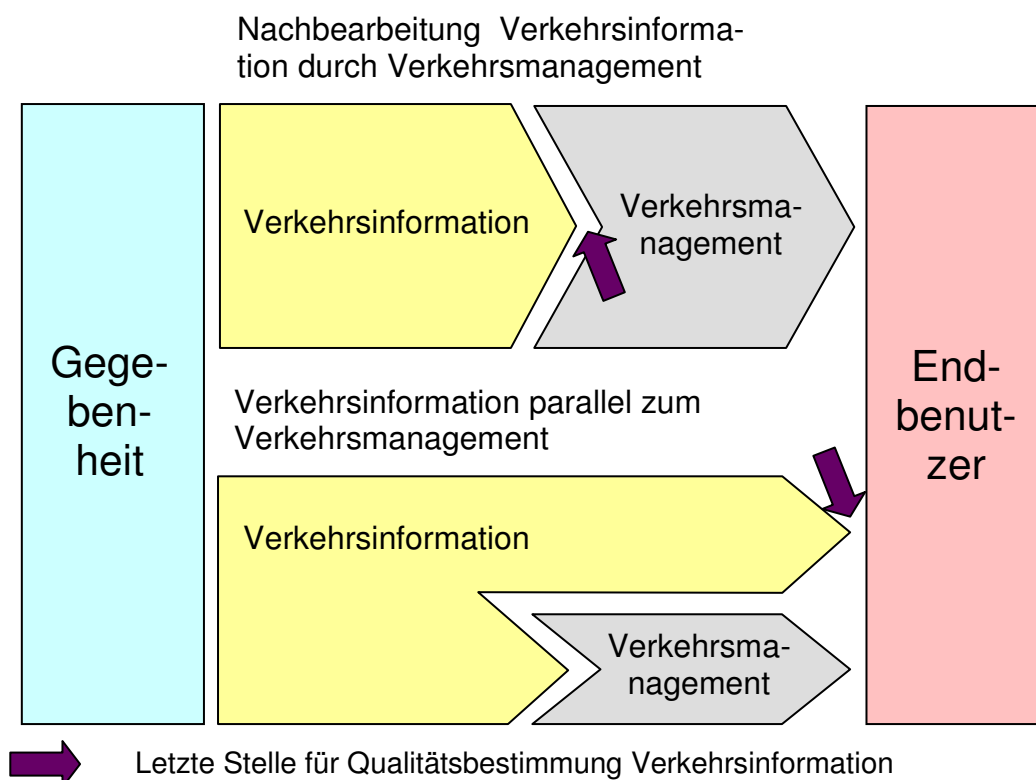
4 Qualitätsmodell

4.1 Anwendungsbereich

Bevor das Qualitätsmodell definiert werden kann, muss klar sein, wovon welche Qualität zu bestimmen ist. Gemäss Anforderungen ist die Qualität von Verkehrsinformationen zu bestimmen und die Bestimmung muss auf allen Stufen der Verarbeitung möglich sein. Verkehrsinformationen dienen dazu, für die Beteiligten am Verkehr relevante Situationen im Verkehrssystem zu beschreiben. Sie basieren auf Situationen des Verkehrssystems, werden erfasst (durch Beobachtung oder Registrierung durch passende Sensoren) und durchlaufen eine Kette von Verarbeitungsschritten - Übertragungen, Umwandlungen, Prüfungen, Zusammenfassungen, Abgleiche, Aufteilungen etc. - im Hinblick auf eine Weiterleitung an ihre potenziellen Nutzer. Die Nutzer können sehr vielfältig sein: Verkehrsteilnehmer, Disponenten von Fahrzeugflotten, Verantwortliche für Verkehrsmanagement sowie alle Arten von IT-Systemen, welche diese Nutzer unterstützen.

Die Qualität der Verkehrsinformationen muss an einer definierten Stelle innerhalb dieser Ketten von Verarbeitungsschritten bestimmt werden. Die Stelle muss klar identifizierbar sein und die Informationen müssen an dieser Stelle vollständig extrahiert werden können. Auf eine weitergehende Einschränkung der einbezogenen Stellen wird bewusst verzichtet. Das bedeutet insbesondere, dass nicht nur die Qualität der Verkehrsinformation, wie sie den Nutzern abgegeben wird, bestimmt werden kann, sondern auch diejenige von bestimmten Informationsquellen, welche die Grundlage für weitere Bearbeitungsschritte liefert.

Es ist darauf zu achten, dass es sich bei der Information um Verkehrsinformation im eigentlichen Sinn handelt, also um die Wiedergabe aller festgestellter verkehrsbezogener Gegebenheiten, und nicht etwa um Meldungen des Verkehrsmanagements. Schon wenn Verkehrsinformationen aus der Sicht des Verkehrsmanagements nachbearbeitet, also zum Beispiel gefiltert und gewisse Informationen bewusst nicht weitergeleitet werden, sind die gesamten Informationen dem Verkehrsmanagement zuzuweisen und an dessen Qualitätszielen zu messen, nicht an denjenigen der Verkehrsinformation.



Figur 1: Bezug zwischen Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement. Nur bei Verkehrsinformation parallel zum Verkehrsmanagement kann die Qualität bis zur dem Endbenutzer abgegebenen Information bestimmt werden.

Es wird die Gesamtheit der Verkehrsinformationen betrachtet, welche die definierte Stelle durchlaufen. Je nach Stelle können die Informationen in sehr unterschiedlicher Form vorliegen: als Messdaten, als Textmeldungen, als codierte Informationen entsprechend einem spezifischen Codierungsschema (wie zum Beispiel Alert C) usw. Ausschlaggebend für die Qualität ist aber nur der Inhalt der Informationen (siehe Kapitel 1.5).

Der hier verfolgte Ansatz besteht darin, alle Verkehrsinformationen inhaltlich möglichst korrekt auf ein bestimmtes Codierungsschema abzubilden. Dadurch vereinfacht sich nicht nur die Methode der Qualitätsbestimmung, die Informationen an den verschiedenen Stellen werden auch vergleichbar. Vergleichsmöglichkeiten bilden einen zentralen Nutzen der Qualitätsbestimmung. Denn ein einzelner Qualitätswert hat für sich wenig Aussagekraft. Erst wenn durch Vergleiche Entscheidungen getroffen werden, zum Beispiel worauf Anstrengungen zur Qualitätsverbesserung sich konzentrieren sollten, erhalten Qualitätsbestimmungen ihren besonderen Wert.

Vergleiche sind in drei Richtungen möglich:

- Innerhalb einer Verarbeitungskette kann die Qualität an verschiedenen Stellen verglichen werden. Das erlaubt, die Qualität von Bearbeitungsschritten zu beurteilen und zu optimieren. Dabei wird eine Differenzbetrachtung vorgenommen: Es wird festgestellt, wie stark die Qualität am Ende des Verarbeitungsschrittes gegenüber dem Anfang zu- oder abgenommen hat. Dadurch können zum Beispiel diejenigen Verarbeitungsschritte eruiert werden, welche zur gesamten Qualitätsverbesserung die wesentlichen Beiträge leisten können.
- Dort, wo Informationen, welche unterschiedliche Verarbeitungsketten durchlaufen haben, zusammengefügt werden, kann vorgängig die Qualität dieser Informationen bestimmt werden. Entsprechend dem Resultat lassen sich zum Beispiel Gewichtungen bei der Berücksichtigung der Verkehrsinforma-

tionen aus unterschiedlichen Quellen festlegen, oder Bedingungen, unter denen die einzelnen Quellen berücksichtigt werden.

- Es können Stellen in gänzlich unterschiedlichen Verarbeitungsketten verglichen werden, zum Beispiel als Grundlage für einen Nutzer zu seinem Entscheid, welchen Anbieter von Verkehrsinformation er berücksichtigt.

Das Codierungsschema, auf welches die Verkehrsinformationen abgebildet werden, ist dasjenige der Schweizer Norm SN 671 921. Dieses umfasst alle wesentlichen in der Schweiz vorhandenen Typen von Verkehrsmeldungen und ist andererseits nicht zu detailliert, so dass die Anwendung der Qualitätsbestimmung nicht zu komplex wird. Zudem ist durch die Wahl garantiert, dass wie in den Anforderungen verlangt eine Qualitätsbestimmung für die in dieser Norm enthaltenen Meldungsinhalte möglich ist.

4.2 Qualitätsbegriff

In diesem Unterkapitel wird ein allgemeiner Qualitätsbegriff für Informationssysteme entwickelt. Er ist im Einklang mit den Anforderungen aus Kapitel 3. Die Norm soll diesen Qualitätsbegriff verwenden.

4.2.1 Grundbegriff

Die Qualität eines Informationssystems ergibt sich aus dem Vergleich der durch das System abgegebenen Information mit der von ihm aufgrund der gegebenen Situation erwarteten Information, eingeschränkt auf den vorgegebenen Informationsanspruch und bezüglich der hypothetischen Wirkung in der vorgesehenen weiteren Verwendung.

Erläuterungen:

Es wird nur auf die durch ein System abgegebene Information abgestellt, unabhängig davon, welche Information das System zur Erzeugung der abgegebenen Information aufnimmt. Das untersuchte System bestimmt sich nach der Stelle, an welcher die Qualität bestimmt wird (siehe Kapitel 4.1). Das bedeutet, dass bei einer Kette von Systemen zur Informationsverarbeitung die Qualität immer vom Anfang der Kette bis einschliesslich untersuchtes System betrachtet wird. Die Beschaffung von Information wird immer als in der Verantwortung des untersuchten Systems liegend angenommen. Gute oder schlechte Qualität der beschafften Information hat damit einen Einfluss auf die Qualitätsbewertung des untersuchten Systems. Soll in einer speziellen Situation (zum Beispiel zur Bestimmung des internen Verbesserungspotentials) nur die Qualität eines bestimmten Aufbereitungsschrittes untersucht werden, so sind die Qualität des entsprechenden Systems und die Qualitäten der vorgelagerten Systeme zu bestimmen und es ist eine Differenzbetrachtung durchzuführen.

Der Informationsanspruch ist Teil der Spezifikation des Systems und wird durch die für das System Verantwortlichen vorgegeben. Er schränkt in dem Sinn ein, dass nicht dem Informationsanspruch entsprechende Informationen bei der Bestimmung der Qualität nicht berücksichtigt werden (selbst dann, wenn das System diese Informationen abgibt).

Die vorgesehene weitere Verwendung ist aus einer übergeordneten Sicht bestimmt, welche mindestens das Informationssystem und die potentiellen Informationsabnehmer einschliesst. Der Bezug ist nicht herzustellen zur tatsächlichen weiteren Verwendung, so dass Verschiebungen unter den Abnehmern keinen Einfluss auf die Qualität haben und die zeitliche Vergleichbarkeit gegeben ist.

Es wird auf eine hypothetische Wirkung und nicht auf die tatsächliche Wirkungen abgestellt, weil die Information in der Form, in welcher sie untersucht wird, möglicherweise gar nicht weiter verwendet (sondern zum Beispiel zuerst verarbeitet) wird und trotzdem eine Qualitätsbestimmung möglich sein muss. Auch erlaubt diese Festlegung, eine Beeinflussung der Qualität durch Faktoren zu verhindern, welche nicht der Information an sich anzulasten sind. Mit anderen Worten: es können Annahmen getroffen werden zum Verhalten derer, welche die Information weiter verwenden, um einer Willkür in der Qualitätsbestimmung vorzubeugen (siehe Kapitel 4.3.2).

Die Wirkung kann als positiv bewertet werden, wenn durch sie die Erwartungen erfüllt werden, und als negativ, wenn sie den Erwartungen entgegensteht bzw. wenn unerwünschte Nebenwirkungen auftreten.

4.2.2 Qualitätsmass und mögliche Werte

Ein Mass für die Qualität eines Informationssystems ist so festzulegen, dass ein umso höherer Qualitätswert erreicht wird, je mehr die Information die erwartete Wirkung erreicht.

Der Qualitätswert ist nicht generell bestimmbar, sondern immer bezogen auf einen Untersuchungsbereich. Der Untersuchungsbereich umfasst mindestens einen Zeitraum und kann zusätzliche Einschränkungen, z.B. örtlicher Art vorgeben. Die Möglichkeiten zur Wahl des Untersuchungsbereichs sind abhängig von den gewählten Untersuchungsmethoden. Der Untersuchungsbereich muss dem Informationsanspruch entsprechen (siehe Kapitel 6.2).

Der Qualitätswert bestimmt sich durch eine Qualitätsermittlung oder eine Qualitätsbeurteilung. Eine Qualitätsermittlung ist dann gegeben, wenn der Qualitätswert durch die Anwendungsvorschrift des Qualitätsmasses und die vorhandenen Informationen eindeutig bestimmt ist. Der Qualitätswert sollte wo immer möglich durch eine von der bestimmenden Stelle unabhängigen zweiten Stelle überprüft werden.

Eine Qualitätsbeurteilung liegt dann vor, wenn gemäss Anwendungsvorschrift des Qualitätsmasses ein Ermessensspielraum gegeben ist. Die den Qualitätswert bestimmende Stelle muss dann unabhängig vom Betreiber des Informationssystems sein. Die Stellen, welche diesen Qualitätswert verwenden, haben den Anspruch zu wissen, wer die bestimmende Stelle war. Möglich ist, dass gemäss Anwendungsvorschrift mehrere Beurteilungen mit Ermessensspielraum vorzunehmen sind. Dann ist für alle Beurteilungen die gleiche Beurteilungsskala zu verwenden und die Anwendungsvorschrift muss festlegen, welche Beurteilung wie stark gewichtet wird.

Sofern bei der Erhebung der für die Bestimmung des Qualitätswertes herangezogenen Informationen Ungenauigkeiten vorliegen können, ist ein Fehlermodell zu erstellen und die Auswirkungen dieser Ungenauigkeiten auf den Qualitätswert sind in Form eines Messfehlers für denselben anzugeben. So weit die Ungenauigkeiten ungefähr normal verteilt sind, ist als Messfehler die Standardabweichung beizuziehen.

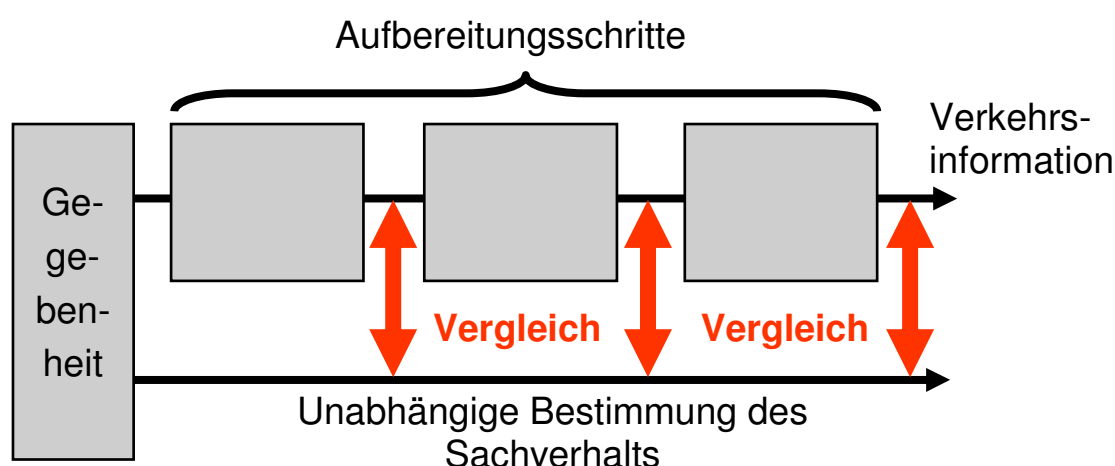
4.3 Anwendung auf Verkehrsinformation

4.3.1 Erwartete Information

Die erwartete Information von Verkehrsinformationssystemen ist die vollständige Wiedergabe der Gegebenheiten im Verkehrssystem unter Angabe des Ortes und der Zeit. Diese Gegebenheiten schliessen den Zustand der Verkehrswege, Vorkommnisse, welche das Fahrverhalten beeinflussen können und den Verkehr (Aufkommen an Fahrzeugen und deren Bewegung) mit ein.

Erwartet wird nicht nur, dass das Entstehen von Gegebenheiten wiedergegeben wird, sondern auch deren Auflösung.

Verglichen wird bei der Bestimmung der Qualität von Verkehrsinformation folglich immer mit den tatsächlichen Gegebenheiten auf dem Verkehrsnetz an dem bezeichneten Ort und zu der bezeichneten Zeit. Diese Gegebenheiten müssen mit Mitteln erhoben werden, welche vom Verkehrsinformationssystem, für welches die Qualität bestimmt wird, unabhängig ist. Bei einem Qualitätsvergleich zwischen mehreren Verkehrsinformationssystemen sind die tatsächlichen Gegebenheiten gemeinsam zu erheben und die Mittel dazu müssen von allen in den Vergleich einbezogenen Verkehrsinformationssystemen unabhängig sein.



Figur 2: Ansatzpunkte für den Vergleich zur Qualitätsbestimmung.

Sofern es nicht möglich ist, die relevanten Gegebenheiten vollständig zu erheben (was der Normalfall sein dürfte), ist eine passende Stichprobe heranzuziehen. Diese muss bezüglich Art der Gegebenheit, Ort und zeitlicher Ausdehnung repräsentativ sein.

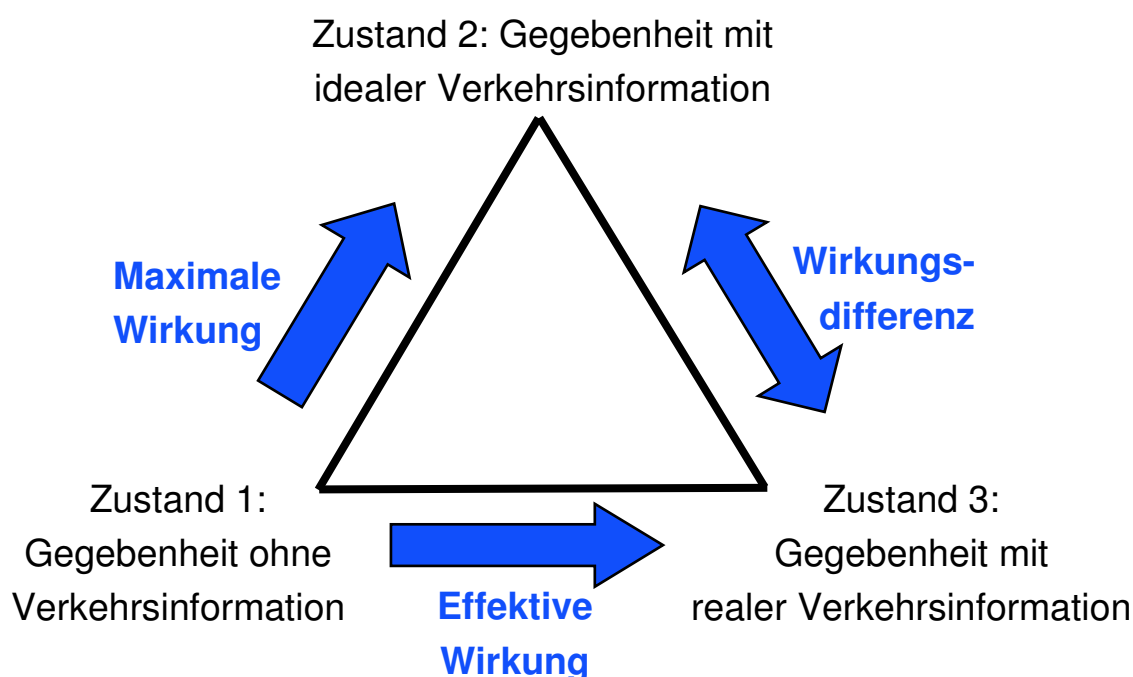
4.3.2 Wirkungen

Gemäss Qualitäts-Grundbegriff (siehe Kapitel 4.2.1) ist die Wirkung in der vorgesehenen weiteren Verwendung für die Qualität der Verkehrsinformation ausschlaggebend. Ausgangspunkt sind die Wirkungen des Verkehrs generell, also zum Beispiel dass dadurch Personen von einem Ort zu einem andern reisen können, oder dass Anwohner der Verkehrsachsen mit Lärm belästigt werden. Verkehrsinformation kann zu einer Veränderung dieser

Wirkung führen, indem die Verkehrsteilnehmer aufgrund der Information ihr Verhalten anpassen. Es sind bezüglich Wirkung die folgenden (teilweise hypothetischen) Zustände zu berücksichtigen:

- ▶ Zustand 1: Besondere Gegebenheit im Verkehrssystem, über welche die Verkehrsteilnehmer nicht informiert sind.
- ▶ Zustand 2: Besondere Gegebenheit im Verkehrssystem, über welche die Verkehrsteilnehmer bestmöglich (d.h. augenblicklich, richtig und vollständig) informiert sind.
- ▶ Zustand 3: Besondere Gegebenheit im Verkehrssystem zusammen mit der den Verkehrsteilnehmern dazu real abgegebenen Verkehrsinformation (welche verspätet, unvollständig oder falsch sein kann).

Die für die Qualität von Verkehrsinformation relevanten Wirkungen ergeben sich als Unterschiede in den Wirkungen dieser Zustände. Damit müssen die Wirkungen der Zustände insgesamt nicht erfasst werden, sondern die Zustände müssen bezüglich Wirkung verglichen werden.



Figur 3: Für die Ermittlung der Wirkung relevante Zustände.

Verkehrsteilnehmer verhalten sich nicht immer rational. Das bedeutet, dass durch ihr Verhalten die Wirkung der Verkehrsinformation nicht immer so stark zu ihren Gunsten ist, wie sie sein könnte. Zum Beispiel werden Staus oft auch dann umfahren, wenn es schneller wäre, im Stau auszuharren. Dieses Verhalten ist nicht der Verkehrsinformation anzulasten, weshalb bei der Qualitätsbestimmung immer von einem vollständig rationalen Verhalten der Verkehrsteilnehmer ausgegangen wird.

Wird die Wirkung für die Definition eines Qualitätsmasses herangezogen, so muss eine Quantifizierung erfolgen. Es muss möglich sein, Wirkungen als positiv und als negativ einzustufen. Das kann vom Betrachtungsstandpunkt abhängen: was für einen Beteiligten positiv ist, kann für einen anderen negativ sein. Verkehrsinformation hat den Zweck, Verkehrsteilnehmer zu unterstützen. Dementsprechend ist als Primärwirkung diejenige auf die Verkehrsteilnehmer zu betrachten und die Einstufung in positive und negative Wirkungen richtet sich nach der individuellen Sicht der Verkehrsteilnehmer.

Positiv ist, was ihnen einen Nutzen bringt, negativ anzurechnen sind ihre Aufwände und die ihnen erwachsenden Schäden. Eine genauere Untersuchung der möglichen Teilwirkungen und eine Begründung des hier gewählten Ansatzes befindet sich im Anhang A.

Eine Wirkung kann Teilwirkungen in unterschiedlichen Bereichen einschliessen. Sie ergibt sich als Summe über die Teilwirkungen. Notwendig ist, dass die Teilwirkungen vergleichend bewertet werden können. Auch müssen die Wirkungen unterschiedlicher Gegebenheiten verglichen werden können. Dies geschieht durch eine Monetarisierung: Nutzen, Aufwände und Schäden werden in Geldwerten ausgedrückt und gegeneinander aufgerechnet.

Um ein Qualitätsmass zu erhalten muss die maximal mit Verkehrsinformation erzielbare Wirkung der effektiv durch das Verkehrsinformationssystem erzeugten Wirkung gegenübergestellt werden. Für die Qualität wird die folgende Formel angesetzt:

$$Q = \frac{W_{\text{eff}}}{W_{\text{max}}}$$

Q: Qualität

W_{eff} : Effektiv erzeugte Wirkung

W_{max} : Maximal erzielbare Wirkung

Die maximal erzielbare Wirkung ergibt sich als Wirkungsunterschied zwischen den aufgeführten Zuständen 2 und 1. Die effektiv erzeugte Wirkung ergibt sich als Wirkungsunterschied zwischen den Zuständen 3 und 1.

Das Qualitätsmass hat die folgenden Eigenschaften:

- ▶ Es ist so kalibriert, dass der maximal erreichbare Wert 1 ist. Dieser Wert wird erreicht, wenn die Information bezüglich im Rahmen des Informationsanspruches erzielbarer Wirkung vollständig der Erwartung entspricht, d.h. Zustand 2 und 3 übereinstimmen.
- ▶ Verkehrsinformation wird nur verbreitet, wenn sie auf die Verkehrsteilnehmer grundsätzlich eine positive Wirkung erzielen kann. In der Praxis werden aber oft auch negative Wirkungen erzeugt. Ein positiver Qualitätswert wird erreicht, wenn die effektiv erzeugte Wirkung in der Bilanz positiv ist, also die positiven Wirkungsanteile überwiegen.
- ▶ Der Qualitätswert 0 ist gegeben, wenn positive und negative Wirkungsanteile sich gegenseitig aufwiegen.
- ▶ Ein negativer Qualitätswert wird erreicht, wenn die abgegebene Information eine mehrheitlich negative Wirkung erzeugt. Es sind beliebige negative Qualitätswerte möglich.

Sowohl die maximal erzielbare Wirkung wie auch die effektiv erzeugte Wirkung vermindert sich bei beschränkter Erreichbarkeit der Verkehrsteilnehmer durch die Verkehrsinformation. Es ist davon auszugehen, dass sich dieser Effekt in gleichem Mass auf beide Einflussgrössen auswirkt, so dass sich die entsprechenden Faktoren aus obiger Gleichung wegekürzen und die Qualität unabhängig davon ist. Auch aus grundsätzlichen Überlegungen darf keine Abhängigkeit zwischen Qualität der Verkehrsinformation und dem Kreis der erreichten Verkehrsteilnehmer bestehen. Die Qualität soll das Argument sein, mit dem sich dieser Kreis vergrössern lässt. Eine Rückkopplung in die andere Richtung könnte zu wettbewerbsverzerrenden Effekten führen.

Anzumerken ist, dass die Erreichbarkeit neben der Qualität eine eigenständige bedeutende Bestimmungsgrösse von Verkehrsinformation ist. In der erreichbaren Gesamtwirkung kann eine Verkehrsinformation mit bescheidener positiver Qualität, welche sehr breit verteilt wird, sogar besser abschneiden als Information höchster Qualität, welche nur wenigen privilegierten Verkehrsteilnehmern zugute kommt.

Sobald die Erreichbarkeit ein bedeutendes Mass angenommen hat, können sich durch die Verkehrsinformation Sekundärwirkungen im Verkehrsnetz ergeben. Wenn sich zum Beispiel auf einem Strassenabschnitt eine Störung ergibt und die Fahrzeugführer in wesentlichem Umfang darüber informiert sind, werden häufig Ausweichrouten gewählt, wodurch auf anderen Strassenabschnitten ebenfalls Störungen auftreten können. Obwohl die Verkehrsinformation Ursache dieser Sekundärwirkungen ist, kann der Umgang mit ihnen nicht dem Bereich Verkehrsinformation zugeordnet werden, sondern ist eine Aufgabe des Verkehrsmanagements. Das Verkehrsmanagement ist dafür zuständig, aus übergeordneter Sicht die negativen Wirkungen im Verkehr zu minimieren und muss passende Instrumente einsetzen, um insbesondere auch übermässige Sekundärwirkungen im Verkehrsnetz zu unterdrücken. Aus diesem Grund werden diese Sekundärwirkungen bei der Qualitätsbestimmung der Verkehrsinformation ausgeklammert. Selbstverständlich ist die Qualität der Verkehrsinformation über Sekundärwirkungen im Verkehrsnetz in die Qualitätsbestimmung wiederum einzubeziehen.

Die effektiv erzeugte Wirkung lässt sich oft am einfachsten bestimmen über die Differenz zur maximal erzeugbaren Wirkung:

$$W_{\text{eff}} = W_{\text{max}} - W_{\text{diff}}$$

W_{eff} : Effektiv erzeugte Wirkung

W_{max} : Maximal erzielbare Wirkung

W_{diff} : Wirkungsdifferenz

Daraus ergibt sich für die Qualität

$$Q = 1 - \frac{W_{\text{diff}}}{W_{\text{max}}}$$

Die Wirkungsdifferenz ergibt sich aus den Wirkungsunterschieden der Zustände 2 und 3.

Sowohl die maximal erzielbare Wirkung als auch die effektiv erzeugte Wirkung und die Wirkungsdifferenz sind eine Summe aus Teilwirkungen einzelner Gegebenheiten in unterschiedlichen Wirkungsbereichen. Berücksichtigt werden die Wirkungsbereiche Verkehrssicherheit und Transporteffizienz. Eine genauere Untersuchung zu möglichen Wirkungsbereichen und eine Begründung für die Beschränkung auf die zwei genannten findet sich im Anhang A. Eine Gegebenheit kann in nur einem der Wirkungsbereiche oder in beiden Wirkung erzielen.

Dies ergibt für die in den vorangehenden Formeln aufgeführten Wirkungen W_{max} , W_{eff} und W_{diff} :

$$W = \sum_{a,B} T_{a,B}$$

W: Wirkung

Σ : Summe

a: Gegebenheit

B: Wirkungsbereich

$T_{a,B}$: Teilwirkung der Gegebenheit a im Wirkungsbereich B

Zur Vereinfachung wurden in dieser Formel für W und $T_{a,B}$ die Suffixe max, eff und diff unterdrückt.

Jede Teilwirkung ist ein Produkt aus einer Gewichtung und Wirkungsparametern:

$$T = G \cdot P$$

T: Teilwirkung

G: Gewichtung

P: Wirkungsparameter

Wiederum wurden in der Formel die Suffixe unterdrückt.

Die Gegebenheiten im Verkehrssystem lassen sich Gegebenheitstypen zuordnen. Die Gegebenheitstypen werden in Kapitel 5.2 aufgeführt und erläutert. Ob eine Gegebenheit in einem oder in beiden Wirkungsbereichen Wirkung erzielt, hängt vom Gegebenheitstyp ab.

Die Gewichtung hängt einzig vom Typ der Gegebenheit (z.B. Verspätung, Behinderung) und vom Wirkungsbereich ab. Sie legt fest, wie stark die verschiedenen Gegebenheitstypen in den Wirkungsbereichen im Vergleich zur Wirkung beitragen und ist für die maximale und effektive Teilwirkung, und damit auch für die Differenz dieser Teilwirkungen gleich. Die Wirkungsparameter dagegen geben in Abhängigkeit vom Wirkungstyp die situationspezifischen Elemente einer konkreten Gegebenheit wieder (z.B. Verkehrsdichte, Anzahl betroffener Passagiere, zeitlicher Verzug der tatsächlich gemeldeten Verkehrsinformation). Für die verschiedenen Wirkungsbereiche sind unterschiedliche Parameter einzubeziehen. Ebenso sind für die maximale Wirkung und die effektive Wirkung, und damit auch für die Wirkungs-differenz unterschiedliche Parameter wesentlich. Dies ergibt

$$W = \sum_{a,B} G_{A,B} \cdot P_{a,B}$$

W: Wirkung

Σ : Summe

a: Gegebenheit

A: Gegebenheitstyp der Gegebenheit a

B: Wirkungsbereich

$G_{A,B}$: Gewichtung für den Gegebenheitstyp A im Wirkungsbereich B

$P_{a,B}$: Wirkungsparameter der Gegebenheit a im Wirkungsbereich B

Zur Vereinfachung wurden in dieser Formel die Suffixe max, eff und diff für die Parameter W und $P_{a,B}$ weggelassen. Durch Zusammenfügen aller Formeln ergibt sich

$$Q = 1 - \frac{\sum_{a,B} G_{A,B} \cdot P_{a,B} \text{ diff}}{\sum_{a,B} G_{A,B} \cdot P_{a,B} \text{ max}}$$

5 Qualitätskriterien

Die Qualitätskriterien bestimmen die Beiträge zum Qualitätsmass und ergeben sich für die verschiedenen Gegebenheitstypen aus der Wahl der für diese relevanten Wirkungsparameter und aus den Gewichtungen in den Wirkungsbereichen.

5.1 Wirkungsparameter und Gewichtungen

Wesentlich für die Wirkung der Verkehrsinformation ist, wer betroffen ist. Für die Bereiche Verkehrssicherheit und Transporteffizienz im Strassenverkehr wird auf die betroffenen Fahrzeuge abgestellt, für die Transporteffizienz im öffentlichen Verkehr auf die betroffenen Passagiere.

Für die Wirkungsparameter können zwei unterschiedliche Genauigkeitsstufen verwendet werden:

- ▶ Die erste Stufe erlaubt eine Qualitätsabschätzung ohne grossen Aufwand und ohne genaue Kenntnis der Bedingungen bezüglich der untersuchten Gegebenheiten;
- ▶ Die zweite Stufe setzt einen höheren Aufwand und genauere Kenntnis von Bedingungen voraus und ergibt eine Qualitätsbestimmung hoher Genauigkeit. Grundlage bildet eine detaillierte Auswertung verfügbarer statistischer Daten bezüglich der Gegebenheiten, welche Untersuchungsgegenstand sind¹.

Für die erste Genauigkeitsstufe sind die einzigen Wirkungsparameter diejenigen zur Beschreibung der tatsächlichen und der in der Verkehrsinformation gemeldeten Gegebenheit sowie die Anzahl Betroffener, d.h. im Privatverkehr die Anzahl Fahrzeuge, die in den relevanten Zeitintervallen die Strassenabschnitte mit der untersuchten Gegebenheit befahren, und im öffentlichen Verkehr die Anzahl Passagiere, welche die von der untersuchten Gegebenheit betroffenen Kurse benutzen². Für alle übrigen Einflussgrössen werden Durchschnittswerte bestimmt, welche in die Gewichtung eingehen.

Für die zweite, höhere Genauigkeitsstufe sind weitere Wirkungsparameter einzubeziehen, so weit diese bestimmbar sind. Für nicht bestimmbar Parameter sind die für die erste Stufe verwendeten Durchschnittswerte beizuziehen.

Im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit sind weitere Wirkungsparameter Faktoren, welche das Risiko von Unfällen verändern. Sie sind durch Auswertung von Unfallstatistiken für den relevanten Gegebenheitstyp und die besonderen Bedingungen zu ermitteln, unter denen die Gegebenheit auftritt. Solche Bedingungen sind:

¹ Die Praxis in der Anwendung der Norm wird zeigen, wie gross die Abweichungen zwischen den beiden Genauigkeitsstufen typischerweise sind und wie weit die Verwendung von Verkehrsmodellen sinnvoll ist. Sicher können Qualitätswerte nur dann verglichen werden, wenn sie auf der gleichen Genauigkeitsstufe ermittelt wurden.

² Korrekterweise müsste im Bereich Transporteffizienz auf die Betroffenen abgestellt werden, welche zur vorgegebenen Zeit den relevanten Strassenabschnitt bzw. Kurs benutzen **wollen**. In dieser Genauigkeitsstufe lässt sich die Anzahl auf diese Weise Betroffener nicht bestimmen. Insbesondere bei kleineren Störungen ist der Fehler, der dadurch entsteht, dass nur auf die Betroffenen abgestellt wird, welche den relevanten Strassenabschnitt bzw. Kurs effektiv benutzen, klein und kann zu recht vernachlässigt werden.

- ▶ Gebietstyp, d.h. ausserorts und innerorts
- ▶ Strassentyp, insbesondere Autobahn, richtungsgetrennte Strasse, Strasse mit Gegenverkehr, Einbahnstrasse
- ▶ Fahrstreifentyp, d.h. Strasse mit einem Fahrstreifen in die relevante Fahrtrichtung oder Strasse mit mehreren Fahrstreifen in die relevante Fahrtrichtung
- ▶ Strassenausprägung, insbesondere offene Strecke, enge Kurven, Kuppen, Kreuzungen, Ein-/ Ausfahrten
- ▶ Sichtverhältnisse, insbesondere klare Sicht, Dunkelheit, Blendwirkungen, Nebel, Regen, Schneefall
- ▶ Strassenverhältnisse, insbesondere nasse Strasse, schneebedeckte Strasse, Glatteis

Sichtverhältnisse und Strassenverhältnisse können selbst Gegebenheiten darstellen und sind dann als Bedingungen wegzulassen. Mehrere zutreffende Sicht- und Strassenverhältnisse können kombiniert einen anderen Wirkungsfaktor haben als das Produkt der Faktoren für die einzelnen Verhältnisse. Zum Beispiel kann der Risikofaktor von Glatteis bei Nebel höher sein als das Produkt aus dem Glatteis-Risikofaktor und dem Nebel-Risikofaktor. Solche kombinierten Faktoren sind, soweit bestimmbar, zu berücksichtigen. Im Wirkungsbereich der Transporteffizienz werden auf der zweiten Genauigkeitsstufe einzelne Transporte oder Gruppen von Transporten mit ähnlichem Ausgangsort und Ziel untersucht. Bedingung ist, dass die Transporte ohne Wissen bezüglich untersuchter Störung zur Störungszeit an der Störungsstelle vorbeiführen würden. Da die tatsächlichen Transporte, für welche dies zutrifft, in der Regel nicht bekannt sind, werden sie durch virtuelle Transporte ersetzt, welche sich aus den mittels historischen Daten ermittelten und gegebenenfalls durch aktuelle gemessenen Daten zur Störungszeit kalibrierten Nachfragewerten ergeben.

Für die bestimmten Transporte bzw. Gruppen von Transporten ist die (an der Störungsstelle vorbeiführende) Bestroute sowie die nächstbeste, nicht an der Störungsstelle vorbeiführende Ausweichroute zu bestimmen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein vorgegebener Anteil von Transporten auch die Möglichkeit hat, auf andere Verkehrsträger auszuweichen.

Aus dem Vergleich der Routen wird für jeden Transport bzw. jede Gruppe von Transporten bestimmt, ob sie durch bestmögliche Verkehrsinformation (Zustand 2 gemäss Kapitel 4.3.2) einen Kostengewinn erzielen und wie gross dieser gegebenenfalls ist. Weiter wird bestimmt, ob sich für sie durch die tatsächlich vorliegende Verkehrsinformation (Zustand 3) ein Kostengewinn bzw. Verlust ergibt und wie gross dieser gegebenenfalls ist. Die Berechnung hängt vom Gegebenheitstyp ab und wird in den Kapiteln 5.2.2 und 5.2.3 erläutert.

Die Wirkungsparameter für die maximale und effektive Wirkung sowie die Wirkungsdifferenz ergeben sich als Summe der Zeitgewinne bzw. -verluste (Gewinne mit positivem, Verluste mit negativem Vorzeichen) über alle Transporte bzw. Transportgruppen, welche einen solchen Gewinn bzw. Verlust aufweisen, gewichtet mit der relativen Grösse der Gruppe:

$$P_{a,TE} = \sum_{TG} n_{TG} \cdot a_{TG}$$

$P_{a,TE}$: Wirkungsparameter für Gegebenheit a im Wirkungsbereich Transporteffizienz

\sum_{TG} : Summe über die Transporte bzw. Transportgruppen

n_{TG} : Grösse der Transportgruppe TG (= 1 im Fall eines einzelnen Transports)

a_{TG} : Zeitgewinn (positiv) bzw. -verlust (negativ) der Transportgruppe TG

Die Gewichtung ist gegeben durch die durchschnittlichen Zeitkosten k der Transporte und hängt nur davon ab, ob es sich um privaten oder öffentlichen Verkehr handelt.

Die Zeitkosten können für verschiedene Gruppen von Transporten sehr unterschiedlich sein. Differenzen sind zu erwarten zwischen Personenverkehr und Güterverkehr sowie zwischen Berufsverkehr und Freizeitverkehr. Falls die spezifischen Zeitkosten dieser Verkehrsarten und ihre Anteile am erwarteten Verkehr bei der Störungsstelle bekannt sind, können die Gruppen von Transporten so unterteilt werden, dass jede Gruppe einer Verkehrsart angehört. Dann können die spezifischen Zeitkosten entsprechend der Verkehrsart eingesetzt und als Wirkungsparameter einbezogen werden:

$$P_{a,TE} = \sum_{TG} n_{TG} \cdot k_{TG} \cdot a_{TG}$$

k_{TG} : Zeitkosten der Transportgruppe TG

Die Gewichtung entfällt in diesem Fall.

5.1.1 Status

Ein Status beginnt zu einem Zeitpunkt, bleiben von da über eine Zeit erhalten, bis zum Zeitpunkt, an dem er endet. Für die Wirkung der Verkehrsinformation ist nur von Bedeutung, ob der Status - in Realität und gemäss Verkehrsinformation - besteht oder nicht. Während der Status erhalten ist, treten keine für die Wirkung der Verkehrsinformation wesentlichen Veränderungen ein.

Bei einem Status sind vier Zeitpunkte von Bedeutung:

- ▶ t_{S_s} , die Zeit, zu welcher der Status in der Realität erreicht wird;
- ▶ t_{S_e} , die Zeit, zu welcher der Status in der Realität wieder verlassen wird;
- ▶ t_{S_m} , die Zeit, zu welcher der Status in der Verkehrsinformation gemeldet wird bzw. zu welcher der Status gemäss Meldung beginnt, falls es sich um einen vorausgesagten Status handelt;
- ▶ t_{S_a} , die Zeit, zu welcher der Status in der Verkehrsinformation als beendet gemeldet wird bzw. zu welcher gemäss Meldung das Ende zu erwarten ist, falls es sich um ein vorausgesagtes Ende handelt.

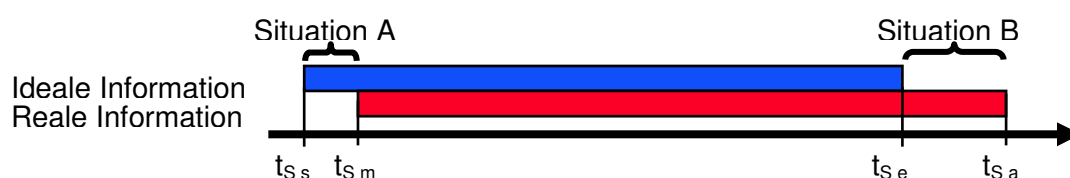
Für die bestmögliche Verkehrsinformation (Zustand 2 gemäss Kapitel 4.3.2) gilt $t_{S_s} = t_{S_m}$ und $t_{S_e} = t_{S_a}$. Massgebend für die Wirkungsparameter sind die während dem Zeitintervall $I = [t_{S_s}, t_{S_e}]$ vom Status Betroffenen.

Eine Wirkungsdifferenz ergibt sich, sobald eine Diskrepanz zwischen der Realität und der effektiv verbreiteten Verkehrsinformation auftritt. Zwei Situationen sind zu unterscheiden:

- ▶ Situation A: der Status ist in der Realität vorhanden, gemäss Verkehrsinformation aber nicht. Dies gilt für die Zeitintervalle

$J_1 = [t_{s_s}, t_{s_m}]$, $J_2 = [t_{s_a}, t_{s_e}]$ (jeweils unter der Annahme, dass die erste Zeit vor der zweiten liegt) und $J_3 = [t_{s_s}, t_{s_e}]$ (falls t_{s_m} und t_{s_a} gänzlich fehlen);

- ▶ Situation B: der Status ist in der Realität nicht vorhanden, gemäss Verkehrsinformation aber vorhanden. Dies gilt für die Zeitintervalle $J_4 = [t_{s_m}, t_{s_s}]$, $J_5 = [t_{s_e}, t_{s_a}]$ (ebenfalls unter der Annahme, dass die erste Zeit vor der zweiten liegt) und $J_6 = [t_{s_m}, t_{s_a}]$ (falls t_{s_s} und t_{s_e} gänzlich fehlen).



Figur 4: Zeitpunkte und Situationen bei einem Status (Beispiel)

Situation A hat die Wirkung, dass durch Verkehrsinformation erzielbare Effekte bezüglich des Status ganz oder teilweise ausbleiben. Situation B hat die Wirkung, dass die Empfänger der Verkehrsinformation, so weit sie auf diese reagieren, eine Reaktion auf etwas nicht vorhandenes zeigen und dadurch möglicherweise einen Schaden erleiden. Hier wird vorgeschlagen, beide Situationen grundsätzlich gleich zu gewichten. Eine Begründung für diesen Vorschlag befindet sich im Anhang A.

Es kann sein, dass ein Status gemeldet wird, die Meldung von seinem Ende aber völlig ausbleibt. Dadurch können die Intervalle J_5 und J_6 beliebig gross werden. Damit wegen einzelner solcher Fälle die Qualität eines Verkehrsinformationssystems nicht beliebig grosse negative Werte erreicht, wird vorgeschlagen, für jeden Typ von Verkehrsinformation eine erwartete Maximalgültigkeit festzulegen und die Länge von I_5 und I_6 mit dieser zu beschränken.

Betroffen von einem Status sind diejenigen Verkehrsteilnehmer, welche in den angegebenen Zeitintervallen mit ihm konfrontiert sind. Im Bereich Verkehrssicherheit sind dies diejenigen Fahrzeuge, welche dann auf die Gefahrenstelle auffahren. Sie sind alle in gleichem Mass betroffen, weshalb nur ihre Gesamtzahl ausschlaggebend ist. Bei der Wirkungsdifferenz ist zur Bestimmung der Gesamtzahl über die Anzahl Betroffener in allen relevanten Zeitintervalle aus J_1 bis J_6 zu summieren.

Im Bereich Transporteffizienz hängt die Betroffenheit von dem durch den Status verursachten Zeitverlust ab. Einigen der Betroffenen stehen abhängig vom Ausmass des Zeitverlustes Alternativen zur Verfügung. In der ersten Genauigkeitsstufe wird auf die Transporte abgestellt, welche effektiv an der Störstelle vorbeiführen, und der Wirkungsparameters Zeitverlust der Störung geht im Quadrat in die Wirkungsformel ein:

$$T_{s_{\max}} = \frac{c_G \cdot k}{2} \cdot N_{I_s} \cdot a_s^2$$

$$T_{s_{\text{diff}}} = \frac{c_G \cdot k}{2} \cdot \sum_J N_{J_s} \cdot a_s^2$$

$T_{s_{\max}}$: Beitrag der Störung s zur maximalen Wirkung.

c_G : Ausweichkoeffizient für die Störung vom Gegebenheitstyp G .

k : Durchschnittlich Zeitkosten der Transporte.

N_{I_s} : Anzahl im Zeitintervall $I = [t_{s_s}, t_{s_e}]$ an der Störung s vorbeiführender Transporte.

a_s : Zeitverlust durch die Störung s .

$T_{s\text{diff}}$: Beitrag der Störung s zur Wirkungsdifferenz.

Σ_J : Summe über die relevanten Intervalle innerhalb J_1 bis J_6 .

N_{J_s} : Anzahl in den relevanten Intervallen innerhalb J_1 bis J_6 an der Störung s vorbeiführender Transporte

Der Faktor $c_G \cdot k / 2$ stellt die Gewichtung dar. Die übrigen Parameter sind die Wirkungsparameter.

Falls keine Echtzeit-Zählraten für N_{I_s} und N_{J_s} vorliegen, kann von Durchschnittswerten ausgegangen werden und es ergibt sich:

$$N_{I_s} = L_I \cdot F_s,$$

$$N_{J_s} = L_J \cdot F_s$$

L_I : Länge des Zeitintervalls I

L_J : Länge des Zeitintervalls J (steht für J_1 bis J_6)

F_s : Verkehrsfluss bei der Störung s (Anzahl Betroffener, welche pro Zeiteinheit durchschnittlich auf die Störung s treffen)

Für den Bereich Transporteffizienz in der zweiten Genauigkeitsstufe sind die Transporte ausschlaggebend, welche gemäss Nachfragewerten in den relevanten Zeitintervallen an der Störung vorbeiführen würden. Der Zeitgewinn a_{TG} für die maximal erzielbare Wirkung ergibt sich aus der Differenz des durch die Störung verursachten Zeitverlustes und des durch die beste Ausweichroute verursachten Zeitverlustes für diejenigen Transporte, welche eine Ausweichroute mit geringerem Zeitverlust haben, und ist =0 für die übrigen Transporte. Der Zeitverlust für die Wirkungsdifferenz in der Situation A ist gleich gross wie die maximal erzielbare Wirkung (d.h. in Situation A stellt die reale Verkehrsinformation die Gegebenheit nicht fest und erzeugt deshalb keine Wirkung) während in Situation B der Zeitverlust demjenigen der günstigsten Ausweichroute entspricht für diejenigen Transporte, welche eine Ausweichroute mit geringerem Zeitverlust haben als die gemeldete Störung, und =0 ist für die übrigen Transporte.

5.1.2 Verlauf

Ein Verlauf ist dann gegeben, wenn über die Wirkung der Verkehrsinformation ein Ausmass entscheidet, welches sich ändert. Verläufe treten nur im Wirkungsbereich der Transporteffizienz auf. Das Ausmass drückt sich durch einen quantitativen Wert aus. Für diesen Wert gibt es in der Regel einen Normalbereich, welcher einer ohnehin erwarteten Wirkung entspricht und deshalb nicht Gegenstand von Verkehrsinformation ist. Bei Werten ausserhalb des Normalbereiches liegt eine Störung vor und es kann durch Verkehrsinformation eine Wirkung erzielt werden.

Als Ausmass einer Störung auf die Transporteffizienz ist der sich für die einzelnen Transporte durch die Störung ergebende Zeitverlust massgebend. Um seiner Variabilität gerecht zu werden, ist der real auftretende Zeitverlust in einer Messreihe zu ermitteln. Die Messungen sollen über die gesamte Zeit verteilt werden, über welche die Störung vorliegt, und genügend dicht sein, damit die Abweichungen der gemessenen Werte von den tatsächlichen Werten im Zeitintervall bis zu nächsten Messung gering sind. Die Messungen sind fortzusetzen, bis die Störung nicht mehr vorhanden ist.

Sofern das Ausmass in der Verkehrsinformation nicht direkt als Zeitverlust angegeben wird, ist es in einen solchen umzurechnen (siehe Kapitel 5.2.2). Die Umrechnungsformel kann auch benutzt werden, um das gemessene reale Ausmass umzurechnen, falls es sich nicht in Form des Zeitverlustes direkt bestimmen lässt.

Wird bei einer Störung, deren Gegebenheitstyp einen Verlauf vorsieht, in der abgegebenen Verkehrsinformation eine abnehmende Tendenz angegeben, dann ist, sofern diese nicht quantifiziert ist, eine lineare Abnahme des gemeldeten Ausmasses vom gemeldeten Wert zur Meldungszeit bis auf den Wert 0 bei Ablauf der Maximalgültigkeit anzunehmen. Bei gemeldeter zunehmender Tendenz ist entsprechend eine lineare Zunahme auf das doppelte gemeldete Ausmass innerhalb dieser Zeit anzunehmen.

In der Berechnung des Qualitätsmasses wird der real auftretende Zeitverlust nach einer Messung grundsätzlich als bis zur nächsten Messung konstant angenommen. Nur wenn die Verkehrsinformation zur entsprechenden Gegebenheit einmal oder mehrmals im Verlauf eine Tendenz angibt, wird der real auftretende Zeitverlust zwischen zwei Messungen als linear vom ersten Messwert zum zweiten zu- bzw. abnehmend betrachtet.

Für die Berechnung der maximalen Wirkung ist der Zustand mit bestmöglicher Verkehrsinformation (Zustand 2 gemäss Kapitel 4.3.2) zu vergleichen mit dem Zustand ohne Verkehrsinformation (Zustand 1). Im erstgenannten Zustand stimmt das gemeldete Ausmass einer Störung mit dem tatsächlichen überein.

Die maximal durch ideale Verkehrsinformation erzielbare Wirkung entspricht dem Kostengewinn, den diese Verkehrsinformation auslöst.

Für die erste Genauigkeitsstufe ergibt sich eine Abschätzung dieses maximalen Kostengewinns nach folgender Formel:

$$T_{s \max} = \frac{c_G \cdot k}{2} \cdot \sum_i m_i \cdot a_i^2$$

$T_{s \max}$: Beitrag idealer Verkehrsinformation zur maximal erzielbaren Wirkung bei der Störung s .

c_G : Ausweichkoeffizient für die Störung vom Gegebenheitstyp G .

k : Durchschnittliche Zeitkosten der Transporte.

Σ_i : Summe über alle Messungen i in der Messreihe.

m_i : Anzahl Transporte, die zwischen der i -ten und der $i+1$ -ten Messung an der Störung vorbeiführen.

a_i : Zeitverlust bei der i -ten Messung.

Der Faktor $c_G \cdot k / 2$ stellt die Gewichtung dar. a_i und n_i sind die Wirkungsparameter, wobei a_i quadratisch und n_i linear in die Formel eingeht und über alle Messungen zu summieren ist.

Eine Herleitung dieser Abschätzung findet sich im Anhang A. Die durchschnittlichen Zeitkosten der Transporte sind unterschiedlich für die Bereiche Strassenverkehr und öffentlicher Verkehr.

In der zweiten Genauigkeitsstufe werden an Stelle des abgeschätzten gesamten Kostengewinns die Zeitgewinne für alle Transporte bzw. Gruppen von Transporten explizit bestimmt und aufaddiert. Dabei ist für jeden Transport bzw. jede Gruppe von Transporten festzustellen, wann sie die Störungsstelle verlassen würde, sofern sie diese passieren würde. Dies bestimmt den für sie relevanten gemessenen Zeitverlust innerhalb der Mess-

reihe³. Der Zeitgewinn für jeden Transport bzw. jede Gruppe von Transporten ist = 0, falls der Zeitverlust für die bestimmte beste Ausweichroute grösser ist als der relevante gemessene Zeitverlust durch die Störung, und ergibt sich andernfalls gemäss folgender Formel:

$$a_{TG \max} = a_{i \text{ TG}} - a_{0 \text{ TG}}$$

$a_{TG \max}$: Zeitgewinn der Transportgruppe TG als Beitrag zur maximalen Wirkung

$a_{i \text{ TG}}$: Relevanter gemessener Zeitverlust durch die Störung für die Transportgruppe TG

$a_{0 \text{ TG}}$: Zeitverlust für die bestimmte beste Ausweichroute der Transportgruppe TG

Für die Bestimmung der Wirkungsdifferenz sind ähnlich den Gegebenheiten beim Status auch beim Verlauf zwei Situationen zu betrachten:

- ▶ Situation A: Das in der Verkehrsinformation enthaltene Ausmass des Zeitverlustes ist gegenüber dem effektiven Ausmass zu gering. Dies schliesst den Fall mit ein, dass eine Verkehrsinformation ausbleibt, obwohl in Wirklichkeit ein Zeitverlust vorhanden ist.
- ▶ Situation B: Das in der Verkehrsinformation enthaltene Ausmass des Zeitverlustes ist gegenüber dem effektiven Ausmass zu gross. Dies schliesst den Fall mit ein, dass eine Verkehrsinformation mit Zeitverlust verbreitet wird, obwohl in Wirklichkeit kein solcher vorhanden ist.

Betroffen sind in beiden Situationen diejenigen Transporte, welche eine Ausweichmöglichkeit haben, deren Zeitverlust zwischen dem durch die Störung verursachten Zeitverlust und dem in der Verkehrsinformation enthaltenen liegt.

Um die betroffenen Transporte zu bestimmen, ist neben dem effektiven Zeitverlust der gemäss Verkehrsinformation vorhandene Zeitverlust zu registrieren. Zudem ist zu registrieren, ab welchem Zeitpunkt dieser gemäss Verkehrsinformation gilt (wobei bei Fehlen einer Angabe der Zeitpunkt der Verbreitung zu berücksichtigen ist). Der gemeldete Zeitverlust wird in der Regel als konstant angenommen bis zum Zeitpunkt, ab dem gemäss Verkehrsinformation ein anderer Zeitverlust gilt. Für den Fall, dass die Auflösung der Gegebenheit (d.h. der Rückgang des Ausmasses auf den Wert 0) nicht gemeldet wird, wird der letzte gemeldete Zeitverlust als während einer festgelegten Maximalgültigkeit analog Kapitel 5.1.1 gegeben betrachtet.

Nur wenn eine zunehmende oder abnehmende Tendenz gemeldet wird, ist der gemeldete Zeitverlust nicht als konstant anzunehmen. Sofern die Zu- bzw. Abnahme nicht quantifiziert wird, ist eine lineare Zunahme während der Maximalgültigkeit auf den doppelten Wert bzw. eine lineare Abnahme während der Maximalgültigkeit auf den Wert 0 anzusetzen.

Für die erste Genauigkeitsstufe berechnet sich die Wirkungsdifferenz für eine Störung s aus dem Kostenverlust gemäss folgender Formel (vgl. Anhang A):

³ Durch die Näherung des Verlaufs mittels einer endlichen Anzahl Messwerte kann es sein, dass zur Ankunftszeit bei der Störstelle keine Zeit passt, zu der diese wieder verlassen würde (Ankunftszeit plus passender Zeitverlust), oder dass mehrere solche Zeiten in Frage kommen. Dann ist eine Interpolation der Zeitverluste durchzuführen und daraus der passende Zeitverlust zu ermitteln.

$$T_{s \text{ diff}} = \frac{c_G \cdot k}{2} \cdot \sum_i m_i \cdot (a_{VI_i} - a_i)^2$$

$T_{s \text{ diff}}$: Beitrag des Unterschieds zwischen realer gegenüber idealer Verkehrsinformation bei der Störung s zur Wirkungsdifferenz.

c_G : Ausweichkoeffizient für die Störung vom Gegebenheitstyp G .

k : Durchschnittliche Zeitkosten der Transporte.

Σ_i : Summe über alle Zeitpunkte i . Es handelt sich entweder um Zeitpunkte einer Messung in der Messreihe oder um Zeitpunkte, zu denen gemäss Verkehrsinformation der Zeitverlust ändert.

m_i : Anzahl Transporte, die zwischen dem i -ten und dem $i+1$ -ten Zeitpunkt an der Störung vorbeiführen.

a_{VI_i} : Gemäss Verkehrsinformation gemeldeter Zeitverlust zum i -ten Zeitpunkt.

a_i : Effektiv gemessener Zeitverlust bei der aktuellsten Messung zum i -ten Zeitpunkt.

In der zweiten Genauigkeitsstufe werden die Zeitverluste der Transporte bzw. Gruppen von Transporten bei der Wahl der besten Ausweichroute bestimmt. Diese werden verglichen mit dem durch die Störung verursachten Zeitverlust zu der Zeit, zu welcher die Transporte bzw. Gruppen von Transporten die Störstelle verlassen würde, sowie mit dem gemeldeten Zeitverlust zu dem Zeitpunkt, zu welchem zwischen der Normalroute und der Ausweichroute zu entscheiden ist. Einen Beitrag zur Wirkungsdifferenz liefern nur diejenigen Transporte bzw. Gruppen von Transporten, deren Zeitverlust bei Wahl der Ausweichroute zwischen dem durch die Störung verursachten und dem gemeldeten Zeitverlust liegt.

$$a_{TG \text{ diff}} = |a_i - a_{0_{TG}}|$$

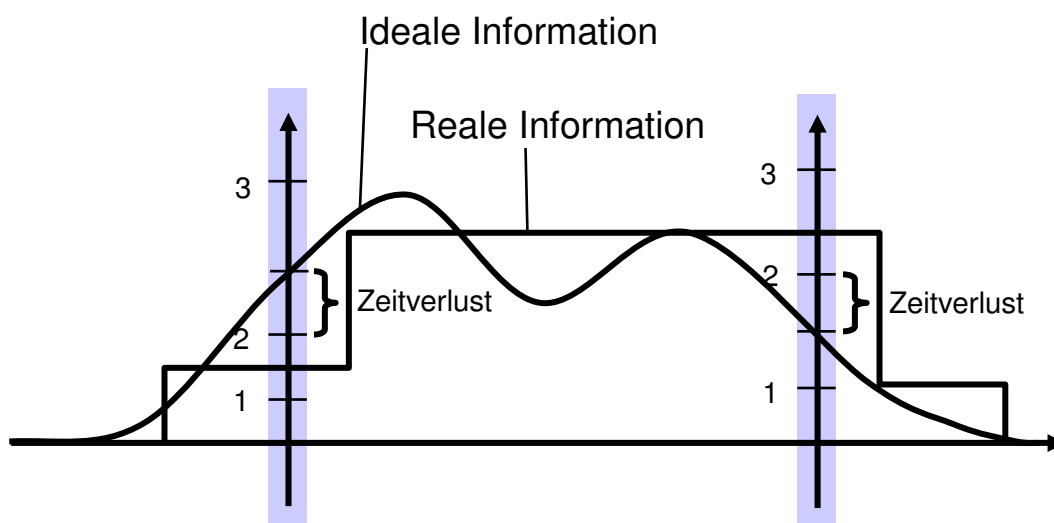
$a_{TG \text{ diff}}$: Zeitverlust der Transportgruppe TG als Beitrag zur Wirkungsdifferenz.

a_i : Relevanter gemessener Zeitverlust durch die Störung zum Zeitpunkt i .

$a_{0_{TG}}$: Zeitverlust für die bestimmte beste Ausweichroute der Transportgruppe TG .

Für die übrigen Transporte bzw. Gruppen von Transporten ist der Beitrag = 0 (siehe Figur 5).

Der für die Wirkungsdifferenz ausschlaggebende Zeitverlust ist der Absolutbetrag der Differenz von durch die Störung verursachtem Zeitverlust und durch die Ausweichroute verursachtem Zeitverlust. Er ist damit in jedem Fall positiv, unabhängig davon, ob der durch die Störung oder der durch die Ausweichroute verursachte Zeitverlust grösser ist. Der gemeldete Zeitverlust bestimmt nur, welche Transporte einen Beitrag zur Wirkungsdifferenz liefern, geht aber selbst in die Berechnung dieser Wirkungsdifferenz nicht ein.



- Situation 1: In jedem Fall Einsparung durch Ausweichen, nicht betroffen
 Situation 2: Einsparung einmal gegeben, einmal nicht, betroffen!
 Situation 3: In keinem Fall Einsparung durch Ausweichen, nicht betroffen

Figur 5: Verlauf der Zeitverluste und Situationsvergleich bei Messungen.

5.2 Gegebenheitstypen

Als Grundlage für die Definition der Gegebenheitstypen dient die Norm SN 671 921.

5.2.1 Verkehrssicherheit

Im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit ist jeder Gegebenheitstypen ein Status, verursacht durch eine Gefahrenquelle. Ein Gegebenheitstyp entspricht einer Sachlage oder einer der Sachlagen "Behinderung", "Gefahr" oder "Sicht eingeschränkt" zusammen mit einer bestimmten Ursache.

Für die erste Genauigkeitsstufe ist als Wirkungsparameter $P_{a,VS \max}$ bzw. $P_{a,VS \text{ diff}}$ die Anzahl der während den relevanten Zeitintervallen (siehe Kapitel 5.1.1) die Gefahrenstelle passierenden Fahrzeuge zu bestimmen. Die Gewichtungen bzw. für die verschiedenen Gegebenheitstypen sind in der Tabelle 1 angegeben, so wie auch die erwartete Maximalgültigkeit (vgl. Kapitel 5.1.1)⁴.

⁴ Es kann sich im Rahmen praktischer Untersuchungen zeigen, dass für viele der in der Tabelle aufgeführten Gegebenheitstypen zu wenig oft Verkehrsmeldungen notwendig sind und meist zu wenig Betroffene vorliegen, so dass der Einfluss auf den Qualitätswert vernachlässigbar ist und zur Vereinfachung in der Norm die Gegebenheitstypen weggelassen werden können.

Tabelle 1: Gegebenheitstypen des Wirkungsbereichs Verkehrssicherheit und ihre Eigenschaften.

Gegebenheitstyp	Gewichtung (in Fr. pro Fahrzeug) ⁵	Maximalgültigkeit (in Minuten)
Falschfahrer		20
Behinderung		
Ausnahmetransport		120
Verlorene Ladung		240
Sturmschäden		360
Umgestürzte Bäume auf der Fahrbahn		360
Steinschlag		720
Erdrutsch		720
Lawine		720
Überschwemmung		720
Ausgelaufene Flüssigkeiten/ Öl		360
Tiere auf der Fahrbahn		30
Falsch parkiertes Fahrzeug		120
Defektes Tram/Bus		120
Pannenfahrzeug		120
Baustelle		1440
Belagsarbeiten		720
Unterhaltsarbeiten		720
Vereiste Fahrbahn		720
Schneebedeckte Fahrbahn		1440
Schneematsch		1440
Unfall		360
Fahrzeugbrand		60
Räumungsfahrzeuge im Einsatz		60
Streifahrzeuge im Einsatz		
Feuerwehreinsatz		240
Wasserleitungsbruch		360
Streik/ Veranstaltung/ Neugierige		240
		360
Gefahr		
Steinschlag		720
Erdrutsch		720
Lawine		720
Überschwemmung		720
Tiere auf der Fahrbahn		120
Fahrzeuge auf Pannestreifen		360
Aquaplaning		240
Glatteis		720
Lichtsignalstörung		360
Störung am Bahnübergang		360
Hagel		30
Eisregen		30
Windböen/ Sturm/ Gewitter		120

⁵ Werte sind im Rahmen weiterer Projekte zu bestimmen.

Eingeschränkte Sicht Schneefall Regen Nebel		720 720 720
Stau		360
Stockender Verkehr		360
Rückstau		120
Strecke blockiert		360

In der zweiten Genauigkeitsstufe ist die Gewichtung gemäss Tabelle 1 mit einem Korrekturfaktor zu multiplizieren, der sich durch die besonderen Bedingungen am Ort der Gefahrenstelle ergibt, sofern solche besonderen Bedingungen bekannt sind (siehe Kapitel 5.1). Der Korrekturfaktor ist durch Auswertung von Unfalldatenbanken sowie einer Bestimmung der Häufigkeit der vorliegenden besonderen Bedingungen zu ermitteln gemäss folgender Formel:

$$F = \frac{u_{b,a} \cdot s_{b,a}}{u_a \cdot h_b \cdot s_a}$$

F: Korrekturfaktor

$u_{b,a}$: Häufigkeit von Unfällen beim Vorliegen des Gegebenheitstyps a und der besonderen Bedingungen b

u_a : Häufigkeit von Unfällen beim Vorliegen des Gegebenheitstyps a generell

$s_{b,a}$: Durchschnittliches Schadensausmass von Unfällen beim Vorliegen des Gegebenheitstyps a und der besonderen Bedingungen b

s_a : Durchschnittliches Schadensausmass von Unfällen beim Vorliegen des Gegebenheitstyps a generell

h_b : Auftretenshäufigkeit der besonderen Bedingungen

5.2.2 Transporteffizienz Strasse

Jeder Gegebenheitstyp des Wirkungsbereichs Transporteffizienz auf der Strasse entspricht einer Sachlage, welche eine Störung im Strassennetz darstellt.

Falls die Sachlage spezielle Fahrzeugtypen betrifft, ist die Anzahl Betroffener mit einem Korrekturfaktor für den Anteil dieses Fahrzeugtyps am gesamten Verkehrsaufkommen bei der Störstelle zu multiplizieren. Sofern der Anteil nicht bestimmbar ist, können die Durchschnittswerte gemäss Tabelle 2 verwendet werden.

Tabelle 2: Durchschnittliche Anteile der Fahrzeugtypen am gesamten Verkehrsaufkommen

Fahrzeugtyp	Anteil ⁶
Personen- und Lieferwagen	95%
Lastwagen	4,5%
Schwere Fahrzeuge	5%

⁶ Zahlen für das Jahr 2005 nach BUWAL, Schriftenreihe Umwelt Nr. 255: Luftschadstoff-Emissionen des Strassenverkehrs 1950-2020. Zu ergänzen.

Transitverkehr	
LKW-Transitverkehr	0,3%
Fahrzeuge mit Anhänger	
LKW mit Anhänger oder Sattelschlepper	
Gefahrguttransporte	

Eine erste Gruppe solcher Sachlagen beschreibt den "Level of Service" und umfasst Stau, stockender Verkehr, Rückstau und Reisezeitverlust. Es handelt sich bei allen um Verläufe. Während der Reisezeitverlust als Ausmass direkt einen Zeitverlust haben muss, der in den Formeln gemäss Kapitel 5.1.2 zu berücksichtigen ist, können die andern Sachverhalte auch eine Länge als Ausmass haben, welche mit dem in der Tabelle 3 angegebenen Faktor in einen Zeitverlust umzurechnen ist. Falls die Länge nicht explizit angegeben ist, ist sie aus dem Ortsbezug zu ermitteln. Dabei sind der erste und der letzte Strassenabschnitt, auf den sich die Sachlage erstreckt, zur halben Länge anzurechnen, die dazwischenliegenden zur vollen Länge. Falls die Sachlage sich nur auf einen Abschnitt erstreckt, ist dessen halbe Länge einzubeziehen.

Tabelle 3: Gegebenheitstypen zum "Level of Service" und ihre Eigenschaften.

Gegebenheitstyp	Umrechnungsfaktor Länge-Zeitverlust (Minuten/km) ⁷	Maximalgültigkeit (in Minuten)
Stau		360
Stockender Verkehr		360
Rückstau		120
Reisezeitverlust	-	60

Die zweite Gruppe von Sachlagen beschreibt Unterbrüche im Strassennetz. Sie umfasst Strecke blockiert, Strecke gesperrt, Einfahrt gesperrt, Ausfahrt gesperrt und Wintersperre. Bei allen in dieser Gruppe enthaltenen Sachlagen handelt es sich um einen Status⁸. Der Zeitverlust errechnet sich aus der zusätzlichen Fahrzeit einer lokalen Umfahrung, welche ein Fahrzeugführer wählen würde, der über den Unterbruch nicht im voraus informiert ist⁹. Diese Umfahrung beginnt bei der letzten Verzweigung vor dem betroffenen Streckenabschnitt und endet möglichst nahe am Ende des Unterbruchs. Die Umfahrung und damit der Zeitverlust kann für beide Fahrrichtungen unterschiedlich sein.

In der ersten Genauigkeitsstufe ist die Anzahl der durch den Unterbruch betroffenen Fahrzeuge nicht vor Ort bestimmbar, weshalb eine Abschätzung durch die aktuellsten bekannten DTV-Werte bzw. Ganglinien auf dem betroffenen Streckenabschnitt vorzunehmen ist.

⁷ Werte sind zu bestimmen.

⁸ Bei Sperrungen mit angekündigter Dauer gibt es um den Zeitpunkt des Sperrungsanfangs und des Sperrungsende Randeffekte, welche im Prinzip mit einem veränderlichen Ausmass des Zeitverlustes abbildbar wären. Zur Vereinfachung werden diese Effekte nicht berücksichtigt.

⁹ Der Zeitgewinn durch Verkehrsinformation ist dadurch gegeben, dass die Fahrzeugführer, welchen die Information zur Verfügung steht, entsprechend ihrem Zielort individuell grossräumigere Umfahrungen wählen können.

Die Werte für die Maximalgültigkeit in der Gruppe der Unterbrüche sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4: Gegebenheitstypen zu Unterbrüchen und ihre Eigenschaften.

Gegebenheitstyp	Maximalgültigkeit (in Minuten)
Strecke blockiert	360
Strecke gesperrt	720
Einfahrt gesperrt	720
Ausfahrt gesperrt	720
Wintersperre	bis 1. Juni

Die dritte Gruppe beschreibt spezielle Abfertigungen von Fahrzeugen (Zollabfertigung, Bahnverlad etc.) und umfasst die Sachlagen Überlastet und Dosierung. Es handelt sich um Verläufe, wobei als Ausmass direkt der Zeitverlust angegeben wird. Die Maximalgültigkeit ist in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Gegebenheitstypen zu Abfertigungen und ihre Eigenschaften.

Gegebenheitstyp	Maximalgültigkeit (in Minuten)
Überlastet	360
Dosierung	720

5.2.3 Transporteffizienz ÖV

Wie bei der Transporteffizienz Strasse sind auch im Bereich ÖV die Gegebenheitstypen allein durch Sachlagen bestimmt. Jede Sachlage zum ÖV stellt einen Gegebenheitstyp dar, mit Ausnahme der Sachlage "Verkehrt nicht nach regulärem Fahrplan", welche für die Qualität der Verkehrsinformation nicht berücksichtigt wird¹⁰.

Bei Sachlagen, welche Linien betreffen, sind für die betroffenen Passagiere alle auf den gestörten Abschnitten dieser Linien während der Zeitspanne der Störung gemäss Fahrplan vorgesehenen Kurse zu berücksichtigen. Bei "Dienst eingestellt" sind alle über die betroffenen ÖV-Strecken geführten Linien zu berücksichtigen.

Bei jedem der Gegebenheitstypen handelt es sich um einen Status. Betroffen sind alle Passagiere, welche vom ersten Halt nach der Störstelle an bis zum letzten Halt des Kurses aus dem Kurs aussteigen bzw. aussteigen wollen, unabhängig davon, ob sie vor oder nach der Störstelle eingestiegen sind¹¹. Liegen die Passagierzahlen in der ersten Genauigkeitsstufe nur für die Kurse insgesamt vor, dann ist die Gesamtzahl der Passagiere, vermindert um einen Korrekturfaktor im Verhältnis der Anzahl Abschnitte ab der Störstelle, zur Gesamtzahl der Abschnitte der Linie, beizuziehen.

Beim Linienunterbruch berechnet sich der Zeitverlust der Störung aus der zusätzlichen Fahrzeit über die Alternativlinien mit der kürzesten Fahrzeit,

¹⁰ Dem Sachverhalt "Verkehrt nicht nach regulärem Fahrplan" als Gegenstand einer Verkehrsinformation kann keine abschätzbare Wirkung zugeordnet werden.

¹¹ Es kann sein, dass sich durch die Störung ergebende Verspätung im weiteren Verlauf des Kurses ab- oder weiter zunimmt. Dieser Effekt wird zur Vereinfachung nicht berücksichtigt.

welche vom Anfang des Unterbruches bis zu dessen Ende angeboten werden. In der ersten Genauigkeitsstufe ist die Anzahl der durch den Linienunterbruch betroffenen Passagiere nicht vor Ort bestimmbar, weshalb eine Abschätzung durch Passagierzahlen der betroffenen Kurse am gleichen Wochentag in vorangehenden Wochen vorzunehmen ist.

Bei einer Linienumleitung berechnet sich der Zeitverlust der Störung durch die zusätzliche Fahrzeit. In der zweiten Genauigkeitsstufe ergeben sich bei Passagieren, welche in die betroffenen Kurse im Bereich durch die Störung nicht bedienter Haltestellen einsteigen bzw. aus ihnen aussteigen würden, abweichende Zeitverluste, welche die für diese Passagiere jeweils günstigsten Alternativhaltestellen und Routen berücksichtigen.

Ist bei einer Verspätung der Zeitverlust nicht als Ausmass in der Verkehrsinformation angegeben, so wird er mit 30 Minuten angenommen.

Bei einem Kursausfall ergibt sich der Zeitverlust aus der Zeit, bis der nächste Kurs der gleichen Linie folgt. In der zweiten Genauigkeitsstufe ergeben sich für Passagiere geringere Zeitverluste, sofern sie günstigere Routen über andere Linien wählen können.

Der Sachverhalt "Dienst eingestellt" wird gehandhabt wie Linienunterbrüche auf den betroffenen Linien. Es ist zu berücksichtigen, dass mögliche Alternativlinien von der Einstellung auch betroffen sein können und deshalb nicht zur Verfügung stehen.

Bei Zusatzkursen ist der Zeitverlust durch eine Störung zu ersetzen mit einem Zeitgewinn durch Benutzung des Zusatzkurses. Der Zeitgewinn ergibt sich durch die Differenz der Abfahrtszeiten zwischen dem nächsten regulären Kurs und dem Zusatzkurs, multipliziert mit der Anzahl Passagiere, welche den Zusatzkurs benutzen (erste Genauigkeitsstufe) bzw. gemäss Nachfragedaten benutzen würden (zweite Genauigkeitsstufe).

Die Maximalgültigkeit für die verschiedenen Gegebenheitstypen ist in Tabelle 6 aufgeführt. Für Verspätungen und Kursausfälle entfällt die Maximalgültigkeit, weil sich die Gültigkeit nur auf den einen angegebenen Kurs bezieht und eine Auflösung der Verkehrsinformation nicht notwendig ist.

Tabelle 6: Gegebenheitstypen zu Abfertigungen und ihre Eigenschaften.

Gegebenheitstyp	Maximalgültigkeit (in Minuten)
Linienunterbruch	Bis zum Fahrplanende des betreffenden Tages
Linienumleitung	Bis zum Fahrplanende des betreffenden Tages
Dienst eingestellt	Bis zum Fahrplanende des betreffenden Tages
Zusatzkurse	60

5.3 Kriterien bezüglich Ortsbezug

Grundsätzlich werden die Beiträge von Gegebenheiten zur maximalen Wirkung und zur Wirkungsdifferenz auf Abschnitt zwischen benachbarten Knoten betrachtet. Abschnitte und Knoten sind dabei durch das in der Verkehrsinformation zur Ortsreferenzierung benutzte Verkehrsnetz bestimmt. Real vorhandenen Gegebenheiten an Orten, die durch dieses Verkehrsnetz nicht referenzierbar sind, werden als nicht vorhanden betrachtet. Gemeldete Ver-

kehrsinformationen an Punkten werden als auf dem Abschnitt referenziert betrachtet, auf welchem der Punkt liegt.

Wird im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit eine Gefahrenstelle in einem Gebiet oder auf einer Strecke über mehrere Abschnitte gemeldet, dann wird angenommen, dass auf jedem der Abschnitte eine solche Gefahrenstelle vorhanden ist. Einen Beitrag zur Wirkung ergibt sich aber nur für jedes Fahrzeug, welches in das Gebiet fährt bzw. die Strecke (ganz oder teilweise) befährt einmalig.

Wird im Wirkungsbereich Transporteffizienz eine Störung mit einem Verlauf auf einer Strecke über mehrere Abschnitte gemeldet und wird in der Verkehrsinformation der Zeitverlust für jeden Abschnitt angegeben, dann ist der real vorhandene Zeitverlust auch für jeden Abschnitt zu bestimmen.

Wird der Zeitverlust auf den einzelnen Abschnitten nicht explizit ausgewiesen, dann ist für die zweite Genauigkeitsstufe der gesamte Zeitverlust entsprechend dem Anteil der Abschnittslängen auf die betroffenen Abschnitte zu verteilen, d.h.

$$a_{A\ s} = \frac{m_A}{m_S} \cdot a_s$$

$a_{A\ s}$: Angenommener Zeitverlust des Abschnitts A durch die Störung S

m_A : Länge des Abschnitts A

m_S : Gesamtlänge der Strecke S (Summe der Abschnittslängen aller in der Strecke enthaltenen Abschnitte)

a_s : Zeitverlust auf der gesamten Strecke S durch die Störung s

Für jeden Transport bzw. für jede Gruppe von Transporten sind dann diejenigen Abschnitte zu berücksichtigen, welche sie befahren würden.

In der ersten Genauigkeitsstufe werden erst im weiteren Verlauf der Strecke auf die Störung auftreffende Betroffene und solche, welche die Strecke ohnehin vor deren Ende verlassen würden, vernachlässigt. Die Anzahl Betroffener kann irgendwo auf der Strecke bestimmt werden¹². Falls sie an mehreren Stellen bestimmt wird und sich unterschiedliche Werte ergeben, ist der Durchschnitt zu wählen.

¹² Es kann argumentiert werden, dass ein vorzeitig die Strecke verlassender Betroffener und ein erst dort auffahrender sich zu einem die ganze Strecke benutzenden in der Wirkung ergänzen. Da bei einer Zählung irgendwo auf der Strecke immer einer der beiden mitgezählt wird, sind sie effektiv zumindest grösstenteils mitberücksichtigt.

6 Qualitätsbewertung

6.1 Informationsgewinnung

Gemäss Grundbegriff ergibt sich die Qualität von Verkehrsinformation aus einem Vergleich von Informationen. Die Informationen müssen aus passenden Informationsquellen gewonnen werden. Was inhaltlich an Informationen zu gewinnen ist, ergibt sich aus Kapitel 5.

Der Vergleich erfolgt zwischen Information zur durch das zu bewertende System abgegebenen Verkehrsinformation und Information zur real vorliegenden Verkehrssituation. Vor Beginn der Informationsbeschaffung für die Qualitätsbewertung ist festzulegen, welches System der Qualitätsbewertung unterzogen werden soll. Daraus ergibt sich die Stelle, an welcher die Information gewonnen wird (siehe Kapitel 4.1). Die Information zur abgegebenen Verkehrsinformation darf sich nur auf Verkehrsinformation beziehen, welche durch dieses System erstellt wurde. Sie muss unabhängig von der tatsächlichen weiteren Verwendung der abgegebenen Information sein.

Weiter ist das Untersuchungsgebiet, d.h. das geographische Gebiet, in dem die Informationen erfasst werden, sowie die Gesamtdauer der Qualitätsermittlung festzulegen. Das Untersuchungsgebiet muss im Gebiet enthalten sein, welches durch die abgegebene Verkehrsinformation abgedeckt wird.

Da in der Regel eine vollständige Erfassung der real vorliegenden Verkehrssituation nicht möglich ist, muss eine passende Stichprobe gewählt werden. Das grundsätzliche Vorgehen ist dabei wie folgt:

- ▶ Während der vorgegebenen Dauer und innerhalb des Untersuchungsgebietes wird für eine genügende Stichprobe die real vorliegende Verkehrssituation erfasst.
- ▶ Für die in der Stichprobe identifizierten Gegebenheiten werden die passenden abgegebenen Verkehrsinformationen bestimmt.
- ▶ Entsprechend dem jeweiligen Gegebenheitstyp werden sowohl aus der Information zur real vorliegenden Verkehrssituation wie auch in derjenigen zur verbreiteten Verkehrsinformation die Werte der Wirkungsparameter bestimmt.
- ▶ Aus den Werten der Wirkungsparameter wird das Qualitätsmass errechnet.

Für die Art der Gewinnung der Informationen sind die nachfolgenden Anforderungen massgebend.

6.1.1 Authentizität

Die Information zur **abgegebenen Verkehrsinformation** muss inhaltlich der Verkehrsinformation entsprechen, wie sie vom System im Hinblick auf die Verwendung durch den Endbenutzer abgegeben wird. Es ist sicherzustellen, dass die Information zwischen Abgabe durch das zu bewertende System und Verwendung zur Bestimmung des Qualitätswertes keine inhaltliche Veränderung erfährt. Zulässig und in der Regel auch erforderlich sind formale Umwandlungen wie Änderungen in den Datenformaten oder Umrechnungen von Parametern in andere physikalische Masseinheiten, sowie die

Abbildung auf das Codierungsschema der Schweizer Norm SN 671 921 (siehe Kapitel 4.1).

Die Information zur **real vorliegenden Verkehrssituation** muss vor Ort erhoben werden. Zulässig ist die Erhebung durch Verkehrsbeobachter direkt oder über Bildaufzeichnung, wie auch der Einsatz von passenden Sensoren, einschliesslich Floating Car Data. Verkehrsbeobachter müssen vorgängig in ihrer Aufgabe geschult werden und die Verlässlichkeit ihrer Erhebung ist durch Vergleichstests unter mehreren Verkehrsbeobachtern zu belegen. Falls die Verkehrsbeobachter mit Bildaufzeichnung erheben, sind in die Vergleichstests direkte Beobachtungen ohne Bildaufzeichnung einzubeziehen.

Werden Sensoren eingesetzt, dann sind diese vorgängig unter Beizug von Verkehrsbeobachtern zu kalibrieren und der Messfehler ist zu ermitteln. Die Kalibrierung muss verteilt über den gesamten möglichen Wertebereich der zu bestimmenden Parameter erfolgen. Dagegen ist es nicht erforderlich, die Kalibrierung am Einsatzort der Sensoren durchzuführen, d.h. es können an anderen Stellen vorgenommene Kalibrierungen verwendet werden. Der Messfehler muss kleiner sein als die Genauigkeit, mit welcher die durch das zu bewertende System verbreitete Verkehrsinformation quantifiziert ist. Zum Beispiel muss, wenn in der Verkehrsinformation die Staulänge auf Kilometer genau angegeben wird, der Messfehler bei der Bestimmung der real vorliegenden Staulänge kleiner als 1 Kilometer sein.

Für den Nachweis, dass mit den Informationen zur real vorliegenden Verkehrssituation die für Verkehrsinformation relevanten Gegebenheiten zuverlässig von Normalsituationen ohne besondere Gegebenheiten unterschieden werden können, sind passende Informationen zu solchen Normalsituationen zu erheben und exemplarisch mit Informationen über Gegebenheiten zu vergleichen.

Die Stichprobe zur Erhebung der real vorliegenden Verkehrssituation muss eine genügende Anzahl von zu meldenden Gegebenheiten enthalten, so dass der aufgrund der Stichprobe entstehende Fehler in der Bestimmung des Qualitätsmasses deutlich kleiner ist als die Abweichung dieses Qualitätsmasses vom Wert 1. Das bedeutet, dass bei einem grösseren Messfehler in der Einzelmessung bei der Bestimmung der real vorliegenden Verkehrssituation die Stichprobe grösser sein muss.

Zur Vermeidung systematischer Messfehler muss die Stichprobe für die zu bewertende Verkehrsinformation repräsentativ sein. Diese Anforderung bezieht sich auf die Anteile der verschiedenen Gegebenheitstypen, auf die örtliche und zeitliche Verteilung des Auftretens der Gegebenheiten, auf das Ausmass der Gegebenheiten und auf die Anzahl Betroffener. Die örtliche Repräsentativität setzt voraus, dass das Untersuchungsgebiet für das Gebiet, welches durch die abgegebene Verkehrsinformation abgedeckt wird, repräsentativ ist.

Falls die Repräsentativität nicht gegeben ist, müssen zu deren Herstellung Gegebenheiten von der Berücksichtigung für die Qualitätsermittlung ausgeschlossen werden und nötigenfalls zusätzliche Gegebenheiten in die Stichprobe aufgenommen werden. Dazu kann auch die Dauer der Qualitätsermittlung ausgedehnt werden.

6.1.2 Nachvollziehbarkeit

Sämtliche für die Bestimmung des Qualitätsmasses verwendeten Informationen sind aufzuzeichnen und die Aufzeichnungen müssen über mindestens

10 Jahre erhalten bleiben. Aufzuzeichnende Informationen sind insbesondere

- ▶ die Information zur Dauer der Qualitätsermittlung und zum Untersuchungsgebiet
- ▶ die Informationen zur real vorliegenden Verkehrssituation entsprechend der gewählten Stichprobe, so weit diese Informationen für die Qualitätsbestimmung verwendet wurden;
- ▶ Informationen, mit welchen die Repräsentativität der Stichprobe belegt wurden;
- ▶ die für den Nachweis der Unterscheidbarkeit herbeigezogenen Informationen zu Normalsituationen (vgl. Kapitel 6.1.1).
- ▶ die Informationen, welche zur Bestimmung des Messfehlers der Information zur real existierenden Verkehrssituation verwendet wurden, einschliesslich Vergleichstests und Kalibrierungsinformation;
- ▶ die Informationen zu der gesamten durch das bewertete System abgegebenen Verkehrsinformation innerhalb der Dauer der Qualitätsermittlung und des Untersuchungsgebietes;
- ▶ die Angaben, wie in der konkreten Qualitätsbewertung das Qualitätsmass ermittelt wurde, so weit vorhanden mit Zwischenresultaten der Berechnung

Die Art der Information ist mit der jeweiligen Information anzugeben und es ist aufzuzeichnen, aus welcher Quelle die Information stammt, sowie die für die Gültigkeit massgebende Zeit oder Zeiten. Zum Beispiel ist für die Information zu der abgegebenen Verkehrsinformation das zu bewertende System anzugeben, welches die Verkehrsinformation erzeugt hat, und die Zeit, zu welcher die Verkehrsinformation durch dieses System ausgegeben wurde. Für die Information zur Real vorliegenden Verkehrssituation ist für jeden gemessenen Wert anzugeben, um welchen Messparameter es sich handelt, durch welche Messstelle er gemessen wurde und zu welcher Zeit bzw. in welchem Zeitintervall er gemessen wurde. Mit der Angabe zur Messstelle muss auch die Information aufgezeichnet sein, wo sich diese Messstelle befindet. Die Aufzeichnung kann zum Beispiel in Koordinaten (Landeskoordinaten, Länge/Breite in WGS84) bestehen. Für mobile Messstellen ist der Standort zur Zeit der Messung bzw. die gefahrene Strecke während der Messung anzugeben.

6.1.3 Vergleichbarkeit

Die Information zur real vorliegenden Verkehrssituation muss in ihrer Erhebung von der durch das zu bewertende System verwendeten Information völlig unabhängig sein. Dies bedeutet, dass weder vom zu bewertenden System stammende Information in die Information zur real vorliegenden Verkehrssituation einfließen darf, noch Information, welche vom zu bewertenden System als Grundlage für die Erzeugung der Verkehrsinformation verwendet wird, einbezogen werden darf.

6.2 Informationsanspruch

Jeder Anbieter von Verkehrsinformationen wird selbst entscheiden, was er unter dem Begriff Verkehrsinformation versteht und nach welchen Kriterien

er seine Dienstleistung anbietet. Er stellt dadurch an sich einen Anspruch, bestimmte Informationen zu verbreiten und andere nicht zu verbreiten. Dieser Informationsanspruch wird bei der Qualitätsbestimmung berücksichtigt (vgl. Kapitel 4.2.1), sofern er durch den Anbieter den Bezüglern seiner Verkehrsinformation vor dem Bezug bekannt gemacht wurde. Der Informationsanspruch ist in der Qualitätsbewertung explizit aufzuführen.

Nicht dem Informationsanspruch entsprechende Gegebenheiten werden bei der Qualitätsbewertung nicht berücksichtigt (auch wenn dazu eine Verkehrsinformation tatsächlich abgegeben wird).

Der Anbieter der Verkehrsinformation ist in der Formulierung des Informationsanspruches frei. Zu seiner Unterstützung sind nachfolgend sinnvolle Kategorien aufgeführt, in welchen der Informationsanspruch ausgedrückt werden kann.

- 1 Abgedecktes Gebiet
Der Anbieter von Verkehrsinformationen legt fest, für welchen geographischen Bereich er Informationen sammelt, bearbeitet und verbreitet¹³.
- 2 Verkehrsträger
 - a. Privatverkehr
 - b. Öffentlicher Verkehr
- 3 Teilnetz des Strassennetzes
Für den Privatverkehr entscheidet der Anbieter, ob er seine Verkehrsinformationen begrenzt entsprechend den Strassenklassen oder z.B. auf das übergeordnete Strassennetz, also auf National-Strassen, Hauptstrassen 1-30 sowie wichtige Verbindungsstrassen, oder ob er alle Strassen einbezieht.
- 4 Teilnetz öffentlicher Verkehr
 - a. Überregionaler Verkehr
 - b. Agglomerationsverkehr
- 5 Einbezogene Meldungsinhalte
Erfahrungsgemäss unterscheiden die Verkehrsinformationsanbieter verschiedene Typen von Meldungsinhalten. Nicht alle gehören zwingend zum Angebot jedes Providers und sie werden denn auch unterschiedlich gewichtet. Möglich ist eine Auflistung der einbezogenen Meldungsinhalte nach den Sachlagen und gegebenenfalls zugeordneten Ursachen gemäss der Norm SN 671 921. Sinnvoll kann eine Zusammenfassung entsprechend nachfolgenden Gruppen sein:
 - a. Inhalte mit Meldungen über Störungen oder Behinderungen des Verkehrsflusses, in der Regel als aktuelle Verkehrslage bezeichnet, sind äusserst dynamisch. Die hauptsächlichsten Sachverhalte sind Sperrungen, Staus oder stockender Verkehr.
 - b. Inhalte mit Meldungen über den Strassenzustand – gemeint ist der Einfluss des Wetters auf die Strassenoberfläche und Umgebung – fallen vor allem im Winter stark ins Gewicht und beeinflussen oft auch die aktuelle Verkehrslage. Zugeordnete Sachverhalte sind Behinderungen durch Wettereinflüsse, Sichtbeschränkungen, Kettensperren und Wintersperren.

¹³ Das Angebot von Verkehrsinformationen aus der gesamten Schweiz bedingt ein relativ grosses Netzwerk für Quelldaten. Eine Unterteilung in einzelne Kantone wäre wenig sinnvoll, aber eine Abgrenzung in Regionen oder auf Städte ist empfehlenswert und mit weniger Aufwand zu betreiben.

- c. Inhalte mit Meldungen über Behinderungen durch Baustellen sind für die Benutzer Hinweise auf mögliche Beeinträchtigung der Verkehrslage und mitentscheidend bei der Routenwahl.
- 6 Prognosen
Der Anbieter kann festlegen, ob er zu den aktuell gültigen und angekündigten Verkehrsinformationen auch Prognosen verbreitet, ob er Prognosen ausschliesst oder ob er sich nur auf Prognosen beschränkt.¹⁴
- 7 Schwellenwerte
Der Anbieter legt fest, ob er zu einem Gegebenheitstyp sämtliche Gegebenheiten verbreitet oder ob er erst oberhalb eines bestimmten Ausmasses meldet.¹⁵
- 8 Häufigkeit der Aufdatierung
Der Anbieter legt fest, zu welcher Zeit oder in welchen Zeitabständen er seine Dienste zur Verfügung stellt (vgl. Kapitel 6.4)¹⁶. Er kann die Häufigkeit der Aufdatierung für bestimmte Gegebenheitstypen festlegen und für andere Gegebenheitstypen (z.B. Falschfahrer) eine sofortige Verbreitung der Meldung vorsehen.
- 9 Maximalgültigkeit
Der Anbieter kann eine von den in diesem Dokument vorgegebenen Werten abweichende Maximalgültigkeit der Verkehrsinformation zu den verschiedenen Gegebenheitstypen festlegen.
- 10 Fahrzeugtypen
Es gibt im Strassenverkehr teilweise spezielle Verkehrsinformationen für bestimmte Fahrzeugtypen. Der Anbieter kann diese einbeziehen oder ausschliessen:
- a. Motorisierter Individualverkehr
 - b. Schwerverkehr

¹⁴ Prognosen sind in der Schweiz noch auf wenige Ereignisse wie Grossveranstaltungen und Ferienreiseverkehr begrenzt. Mit entsprechendem Aufwand könnten Prognosen aber auch zur Verfügung gestellt werden für das tägliche Verkehrsgeschehen, namentlich im Pendlerverkehr (A1, Zürich-Bern, Baregg-Werte sind erhältlich).

¹⁵ Diese Zensur übernehmen oft die Polizeistellen – mit der Bemerkung „nicht nennenswert“ - weil sie die Abwanderung von Verkehr auf untergeordnete Strassennetze vermeiden wollen. Auf Schweizer Radio DRS werden z.B. Meldungen mit kleinem Einfluss auf die Verkehrslage, event = Behinderung, nicht verlesen. Auch werden Meldungen, welche nicht von Polizeistellen stammen mit dem Hinweis „Verkehrsteilnehmer teilen mit“ versehen. Ebenso wird die Dauer einer Störung mitberücksichtigt. Pendlerstaus, welche sich nach 15 Minuten wieder auflösen, finden keine Aufnahme in den Verkehrsnachrichten.

¹⁶ Für die einbezogenen Meldungsinhalte werden dabei unterschiedliche Raster entwickelt. Der Abnehmer von Informationen stellt aber auch seine Bedingungen. Verbreitung von Verkehrsmeldungen über Radio die aktuelle Verkehrslage betreffend werden in der Schweiz in Abständen von 30 Minuten erwartet (durchschnittliche Dauer einer Autofahrt <30 Minuten. Meldungen über den Strassenzustand (im Winter in der Regel dreimal täglich) sowie Prognosen gehören zur Vorbereitung der Fahrt. Sie ändern nicht derart rasch und gehören in die Kategorie der semi-dynamischen bis statischen Informationen. Falschfahrer oder andere die Verkehrssicherheit in hohem Masse gefährdende Ereignisse werden in kurzen Abständen wiederholt.

6.3 Falsche Meldungen

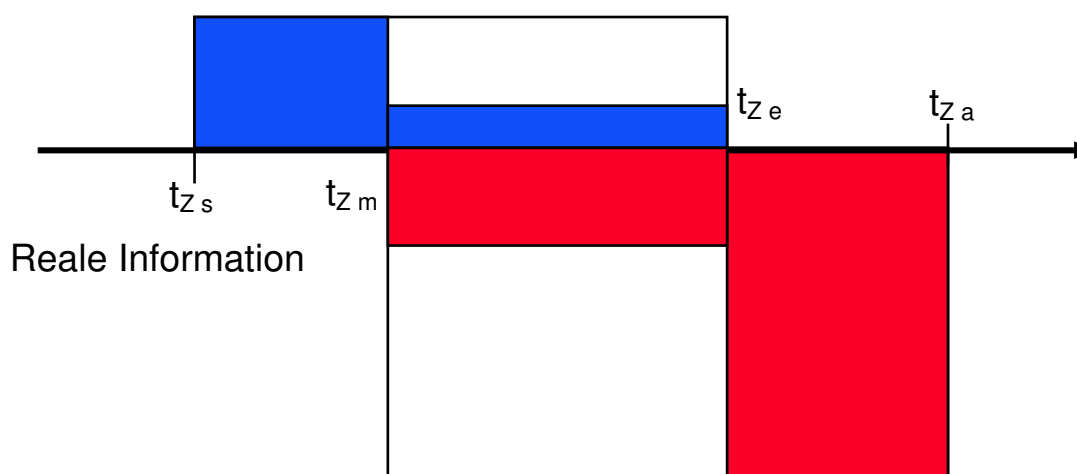
6.3.1 Falscher Meldungsinhalt

Falls bei einem Gegebenheitstyp mit einem Verlauf kein Ausmass oder ein nicht in einen Zeitverlust umrechenbares Ausmass gemeldet wird, ist ein während der gesamten Störung konstantes Ausmass anzunehmen. Dieses soll dem Doppelten des Minimalausmasses entsprechen, bei dem eine Störung als gegeben betrachtet wird. Alternativ kann die Transporteffizienz bei der effektiv erzeugten Wirkung unberücksichtigt bleiben, sofern sich dadurch eine geringere Wirkungsdifferenz ergibt.

Falls bei einem Gegebenheitstyp mit einem Status ein Ausmass gemeldet wird, bleibt dieses Ausmass in der Bestimmung der Wirkungsdifferenz unberücksichtigt.

Wird im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit ein inhaltlich falscher Status gemeldet, dann ist eine differenziertere Betrachtung notwendig. In der Situation A ergibt sich ein Beitrag zur Wirkungsdifferenz entsprechend dem tatsächlich vorhandenen Status (da dieser vorhanden, aber nicht gemeldet ist). In Situation B dagegen ergibt sich ein Beitrag entsprechend dem gemeldeten Status (da dieser fälschlicherweise gemeldet wird). Zusätzlich tritt in der Regel während einem Zeitintervall die Situation ein, dass ein Status tatsächlich vorhanden, ein anderer aber gemeldet wird. Je nach Verwandtschaft der beiden Stati kann dadurch ein kleinerer oder grösserer Schaden entstehen. Im Extremfall einer nicht vorhandenen Verwandtschaft kumulieren sich die Schäden durch den nicht gemeldeten, tatsächlich vorhandenen Zustand und durch den gemeldeten, tatsächlich nicht vorhandenen Zustand. Bei vorhandener Verwandtschaft wird ein Verwandtschaftskoeffizient V verwendet und der kumulierte Schaden wird um den Faktor $1 - V$ reduziert. Die Werte von V liegen zwischen 0 und 1 (0 für nicht vorhandene Verwandtschaft und 1 für völlige Übereinstimmung der Stati). Sie sind in der Tabelle 7 angegeben.

Ideale Information



Figur 6: Berücksichtigung des Schadens bei falschem Status im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit.

Tabelle 7: Verwandtschaftswerte der Gegebenheitstypen im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit

Kategorie	Gegebenheitstyp	Verwandtschaftswerte zu Kategorien (in %)
Falschfahrer	Falschfahrer	Alle andern: 0
Behinderung fahrend	Ausnahmetransport Räumungsfahrzeuge im Einsatz Streifungsfahrzeuge im Einsatz Feuerwehreinsatz	Andere Behinderung fahrend: 90 Behinderung stehend, in Bewegung: 70 übrige Behinderungen: 40 Level of Service: 60 Falschfahrer, Gefahren, Eingeschränkte Sicht, Strecke blockiert: 0
Behinderung stehend	Verlorene Ladung Falsch parkiertes Fahrzeug Defektes Tram/Bus Pannenfahrzeug	Andere Behinderung stehend: 90 Behinderung fahrend, in Bewegung, Strecke blockiert: 70 übrige Behinderungen: 40 Level of Service: 60 Falschfahrer, Gefahren, Eingeschränkte Sicht: 0
Behinderung flächig	Sturmschäden Umgestürzte Bäume auf der Fahrbahn Steinschlag Erdrutsch Lawine Überschwemmung Wasserleitungsbruch	übrige Behinderungen: 40 Gefahr Naturgewalten, Strecke blockiert: 60 Falschfahrer, übrige Gefahren, Eingeschränkte Sicht, Level of Service: 0
Behinderung in Bewegung	Tiere auf der Fahrbahn Streik/ Veranstaltung/ Neugierige	Andere Behinderung in Bewegung: 90 Behinderung stehend: 70 übrige Behinderungen: 40 Gefahr Tiere: 30 Level of Service: 60 Falschfahrer, übrige Gefahren, Eingeschränkte Sicht, Strecke blockiert: 0
Behinderung Bauarbeiten	Baustelle Belagsarbeiten Unterhaltsarbeiten	Andere Behinderung Bauarbeiten: 90 Behinderung stehend: 70 übrige Behinderungen, Level of Service: 40 Falschfahrer, Gefahren, Eingeschränkte Sicht, Strecke blockiert: 0
Behinderung verunfalltes Fahrzeug	Unfall Fahrzeugbrand	Andere Behinderung verunfalltes Fahrzeug: 95 Behinderung stehend: 80 übrige Behinderungen: 40 Level of Service, Strecke blockiert: 60 Falschfahrer, Gefahren, Eingeschränkte Sicht: 0

Behinderung Strassenoberfläche	Ausgelaufene Flüssigkeiten/ Öl Vereiste Fahrbahn Schneebedeckte Fahrbahn Schneematsch	Andere Behinderung Strassenoberfläche: 90 Behinderung flächig, Gefahr auf Strassenoberfläche: 60 übrige Behinderungen, Gefahr Naturgewalten, Eingeschränkte Sicht: 40 Falschfahrer, übrige Gefahren, Level of Service, Strecke blockiert: 0
Gefahr Naturgewalten	Steinschlag Erdrutsch Lawine Überschwemmung	Andere Gefahren Naturgewalten: 90 Behinderung flächig: 70 Gefahr durch Witterung, Gefahr auf Strassenoberfläche, Strecke blockiert: 50 Übrige Gefahren und Behinderungen, eingeschränkte Sicht, Falschfahrer, Level of Service: 0
Gefahr Tiere	Tiere auf der Fahrbahn	Behinderung in Bewegung: 70 Andere: 0
Gefahr neben Fahrbahn	Fahrzeuge auf Pannestreifen	Andere: 0
Gefahr auf Strassenoberfläche	Aquaplaning Glatteis	Andere Gefahr auf Strassenoberfläche: 70 Behinderung Strassenoberfläche: 60 Falschfahrer, übrige Behinderungen und Gefahren, eingeschränkte Sicht, Level of Service, Strecke blockiert: 0
Gefahr durch Störung	Lichtsignalstörung Störung am Bahnübergang	Andere Gefahr durch Störung: 50 Andere: 0
Gefahr durch Witterung	Hagel Eisregen Windböen/ Sturm/ Gewitter	Andere Gefahr durch Witterung: 90 Eingeschränkte Sicht: 80 Gefahr auf Strassenoberfläche: 60 Falschfahrer, Behinderungen, übrige Gefahren, Level of Service, Strecke blockiert: 0
Eingeschränkte Sicht	Schneefall Regen Nebel	Andere eingeschränkte Sicht: 90 Gefahr durch Witterung: 80 Übrige: 0
Level of Service	Stau Stockender Verkehr Rückstau	Anderer Level of Service: 90 Behinderung fahrend, stehen, in Bewegung, verunfalltes Fahrzeug: 60 Behinderung Bauarbeiten: 40 Falschfahrer, übrige Behinderungen, Gefahren, eingeschränkte Sicht: 0

Strecke blockiert		Behinderung stehend: 70 Behinderung flächig, Behinderung verunfalltes Fahrzeug: 60 Gefahr Naturgewalten: 50 Übrige Gefahren, Level of Service: 30 Falschfahrer, übrige Behinderungen, eingeschränkte Sicht: 0
-------------------	--	---

Im Wirkungsbereich Transporteffizienz hat eine inhaltlich falsch gemeldete Störung nur insofern einen Einfluss, als sich dadurch falsche Werte für den Zeitgewinn bzw. Zeitverlust ergeben können. Die Berechnung des Beitrags der Störung zur maximal erzielbaren Wirkung erfolgt wie dargestellt, auf der Basis des Gegebenheitstyps, welcher der realen Verkehrssituation entspricht.

Handelt es sich um einen Gegebenheitstyp, welcher durch einen Verlauf abgebildet wird, so ist die in Kapitel 5.1.2 angegebene Formel für die Berechnung des Beitrags der Störung zur Wirkungsdifferenz direkt anwendbar, wobei als Parameter zur gemeldeten Verkehrsinformation der Zeitverlust gemäss dem falsch gemeldeten Gegebenheitstyp zu berücksichtigen ist.

Handelt es sich um einen Gegebenheitstyp, welcher durch einen Status abgebildet wird, dann ist neben den Situationen A und B gemäss Kapitel 5.1.1 zusätzlich eine Situation C zu berücksichtigen. Diese liegt in allen Zeitintervallen vor, in welchen real eine Störung vorhanden ist und in der Verkehrsinformation eine Störung eines anderen Gegebenheitstyps gemeldet wird. Für die erste Genauigkeitsstufe lässt sich dann die entsprechende Formel von Kapitel 5.1.1 folgendermassen erweitern:

$$T_{s \text{ diff}} = \frac{c_G \cdot k}{2} \cdot \sum_K N_{Ks} \cdot (a_{Ks} - a_{K \text{ VI } s})^2$$

$T_{s \text{ diff}}$: Beitrag der Störung s zur Wirkungsdifferenz.

c_G : Ausweichkoeffizient für die Störung vom Gegebenheitstyp G.

k : Durchschnittlich Zeitkosten der Transporte.

K : Zeitintervall zwischen zwei benachbarten Zeiten, zu denen sich real oder gemäss Verkehrsinformation der durch die Störung verursachte Zeitverlust ändert.

\sum_K : Summe über die Zeitintervalle K .

N_{Ks} : Anzahl im Zeitintervall K an der Störung s vorbeiführender Transporte.

a_{Ks} : Zeitverlust, welcher durch die Störung s im Zeitintervall K real verursacht wird.

$a_{K \text{ VI } s}$: Zeitverlust, welcher durch die Störung s im Zeitintervall K gemäss Verkehrsinformation verursacht wird.

Falls fälschlicherweise ein Gegebenheitstyp mit einem Verlauf gemeldet wird, dann ist zu jedem Zeitpunkt, zu dem gemäss Meldung sich das Ausmass ändert, ein neues Zeitintervall K anzusetzen und der Zeitverlust gemäss Verkehrsinformation entsprechend dem gemeldeten Ausmass zu verwenden.

In der zweiten Genauigkeitsstufe sind in Situation C diejenigen Transporte oder Gruppen von Transporten zu berücksichtigen, deren durch die günstigste Alternativroute verursachter Zeitverlust zu der Zeit, zu welcher sie zur Entscheidungsstelle zwischen Route mit Störung und bester Alternativroute gelangen würde, zwischen dem gemeldeten und dem real vorhandenen

Zeitverlust der Störung liegt. Massgebend ist der Zeitverlust gemäss folgender Formel:

$$a_{TG \text{ diff}} = |a_{K \text{ TG}} - a_{0 \text{ TG}}|$$

$a_{TG \text{ diff}}$: Zeitverlust der Transportgruppe TG als Beitrag zur Wirkungsdifferenz

$a_{i \text{ TG}}$: Relevanter im Zeitintervall K, in welchem der die Transportgruppe TG zur Entscheidungsstelle zwischen Route mit Störung und bester Alternativroute gelangen würde, real vorhandener Zeitverlust durch die Störung

$a_{0 \text{ TG}}$: Zeitverlust für die bestimmte beste Ausweichroute der Transportgruppe TG

6.3.2 Falscher Ortsbezug

Ein Ortsbezug ist dann als falsch zu betrachten, wenn er sich auf falsche Abschnitte bezieht (siehe Kapitel 5.3)¹⁷.

Im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit ist ein falscher Ortsbezug zu behandeln wie eine nicht gemeldete Gefahrenstelle dort, wo sie real vorhanden ist, und eine gemeldete, real nicht vorhandene Gefahrenstelle am falsch gemeldeten Ort.

Im Wirkungsbereich Transporteffizienz ist zu berücksichtigen, dass ein Teil der Betroffenen sowohl den Ort der tatsächlich vorliegenden Störungsstelle als auch denjenigen der falsch gemeldeten Störungsstelle passieren. Für sie führt der falsche Ortsbezug allenfalls zu einem falschen angenommenen Zeitverlust. In der zweiten Genauigkeitsstufe lassen sich sowohl die auf diese Art Betroffenen bestimmen als auch ihr Beitrag zur Wirkungsdifferenz nach der in Kapitel 6.3.1 dargestellten Methode berechnen.

In der ersten Genauigkeitsstufe ergibt sich bei falsch gemeldetem Ort eine Erhöhung des Beitrages der Störung zur Wirkungsdifferenz gemäss folgender Formel:

$$T_{s \text{ diff}} = D \cdot X \cdot T_{s \text{ max}} + (1 - D \cdot X) T'_{s \text{ diff}}$$

$T_{s \text{ diff}}$: Beitrag der Störung s zur Wirkungsdifferenz.

D: Korrekturfaktor für falschen Ortsbezug.

X: Anzahl Abschnitte, um welche der Anfang der Störstelle falsch gemeldet wird, plus Anzahl Abschnitte, um welche das Ende der Störstelle falsch gemeldet wird.

$T_{s \text{ max}}$: Beitrag der Störstelle zur maximalen Wirkung

$T'_{s \text{ diff}}$: Beitrag, welcher sich für die Störung s zur Wirkungsdifferenz ergeben würde, wenn der Ortsbezug richtig wäre, der Zeitverlust aber so gross wäre, wie sich aus der Verkehrsinformation mit falschem Ortsbezug ableiten lässt.

¹⁷ Im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit wäre es sinnvoll, genauere Ortsbezüge zu berücksichtigen und die Wahrscheinlichkeit, dass durch Melden einer Gefahrenstelle ein Unfall vermieden werden kann, von der Genauigkeit des gemeldeten Ortes dieser Gefahrenstelle abhängig zu machen. Da heute solche genaueren Ortsbezüge noch nicht gemeldet werden, bleibt diese Erweiterung des Wirkungsmodells einer zukünftigen Überarbeitung der Norm vorbehalten. Im Bereich Transporteffizienz spielt es keine Rolle, wo auf dem Abschnitt sich die Störung befindet, da Betroffene, welche den Abschnitt benutzen, in jedem Fall den entsprechenden Zeitverlust eingehen müssen.

Die Werte für den Korrekturfaktor D sind in Tabelle x angegeben. $T'_{s \text{ diff}}$ lässt sich nach der in Kapitel 6.3.1 angegebenen Formel für die erste Genauigkeitsstufe berechnen. Sobald die Annahme, dass eine Meldung zu einer real nicht bestehenden Störung am gemeldeten Ort verbreitet wurde und eine nicht gemeldete Störung an der wirklichen Störstelle vorliegt, einen kleineren Beitrag zur Wirkungsdifferenz ergibt als der Beitrag gemäss obiger Formel unter der Annahme eines falschen Ortsbezugs, so ist die erstgenannte Annahme zu treffen und der Beitrag zur Wirkungsdifferenz nach ihr zu berechnen.

6.4 Verbreitung zu vorbestimmten Zeiten

Die bisherigen Ausführungen zum Qualitätsmass sind davon ausgegangen, dass Verkehrsinformationen verbreitet werden, sobald eine Gegebenheit erkannt wird, und dass eine Auflösung erfolgt, sobald erkannt wird, dass die Gegebenheit nicht mehr vorhanden ist. Ein Informationsanspruch kann festlegen, dass nur zu vorbestimmten Zeiten Information verbreitet wird. Dies erfordert folgende Anpassungen in der Bestimmung des Qualitätsmasses für die diesem spezifischen Informationsanspruch unterliegenden Gegebenheitstypen:

- ▶ Der Vergleich zwischen den Zuständen gemäss Kapitel 4.3.2 erfolgt nur zu den vorbestimmten Zeiten. Ausschlaggebend ist die zu diesen Zeiten real vorliegende Verkehrssituation und der Inhalt der dann verbreiteten Verkehrsinformation¹⁸.
- ▶ Das gemeldete Ausmass bei Verläufen wird als konstant angenommen, sofern für dieses nicht eine Tendenz gemeldet wird (vgl. Kapitel 5.1.2).
- ▶ Der reale Zeitverlust bei Verläufen wird nur zu den vorbestimmten Zeiten erhoben. Er wird als bis zur nächsten vorbestimmten Zeit konstant angenommen. Nur wenn die Verkehrsinformation zur betreffenden Gegebenheit die Angabe zu einer Tendenz erhält, wird der Zeitverlust als über die Zeit linear zum realen Zeitverlust bei dem nächsten vorbestimmten Zeitpunkt zu- bzw. abnehmend angenommen.
- ▶ Für die real vorhandenen oder gemeldeten Gegebenheiten werden als Betroffene diejenigen Verkehrsteilnehmer betrachtet, welche vom entsprechenden vorbestimmten Zeitpunkt an bis zur vorbestimmten nächsten Verbreitungszeit mit der Gegebenheit konfrontiert sind.
- ▶ Zur nächsten Verbreitungszeit nicht mehr gemeldete Gegebenheiten werden als zu dieser Zeit, spätestens aber nach der Maximalgültigkeit (vgl. Kapitel 5.1.1) aufgelöst betrachtet.

6.5 Bewertung von Prognosen

Sofern zusätzlich zu den aktuellen Verkehrsinformationen Prognosen verbreitet werden, so sind deren Beiträge zur Wirkung in der Bestimmung des Qualitätsmasses ebenfalls zu berücksichtigen.

¹⁸ Gegebenheiten, welche zwischen zwei solchen Zeiten beginnen und enden, bleiben bei der realen Verkehrssituation unberücksichtigt.

Prognosen werden im Prinzip gleich bewertet wie aktuelle Verkehrsinformationen, d.h. es wird die Aussage der Prognose zur prognostizierten Zeit mit der real vorliegenden Verkehrssituation verglichen. Um dem Umstand gerecht zu werden, dass Prognosen mit grösseren Unsicherheiten behaftet sind, werden ihre Beiträge zur Wirkungsdifferenz um einen Faktor reduziert:

$$T_{p \text{ diff}} = Z(t_p) \cdot T'_{p \text{ diff}}$$

$T_{p \text{ diff}}$: Beitrag der Prognose p zur Wirkungsdifferenz.

$Z(t_p)$: Reduktionsfaktor für Prognosen, abhängig vom Prognosehorizont t_p (Länge des Zeitintervalls zwischen dem Zeitpunkt, zu welchem die Prognose erstellt wurde und dem Zeitpunkt, für den das Zutreffen des Inhalts der Prognose vorausgesagt wird).

$T'_{p \text{ diff}}$: Beitrag zur Wirkungsdifferenz der sich ergeben würde, wenn es sich nicht um eine Prognose, sondern um eine aktuelle Verkehrsinformation handelte.

Der Reduktionsfaktor ist $=1/2$ für Prognosehorizonte über einer Stunde und berechnet sich für Prognosehorizonte unterhalb einer Stunde gemäss der Formel

$$Z(t_p) = 2^{-t_p}$$

wobei t_p in Stunden anzugeben ist.

6.6 Qualitätslevel

In den Zielen dieser Forschungsarbeit ist die Definition von Qualitätsklassen enthalten. Durch den gewählten Ansatz der Definition eines auf alle Gegebenheiten anwendbaren und zwischen allen Gegebenheiten vergleichbaren Qualitätsmasses verbleibt für die Definition von Klassen nur eine Klassifizierungsgrösse - das Qualitätsmass. Nach üblicher Terminologie kann deshalb eher von einem Qualitätslevel als von einem Qualitätsmass gesprochen werden.

Es werden folgende Qualitätslevel vorgeschlagen

Qualitätslevel 0:

Negativer Qualitätswert.

Qualitätslevel 1:

Qualitätswert zwischen 0 (einschliesslich) und 50% (ausschliesslich)

Qualitätslevel 2:

Qualitätswert zwischen 50% (einschliesslich) und 80% (ausschliesslich)

Qualitätslevel 3:

Qualitätswert zwischen 80% (einschliesslich) und 90% (ausschliesslich)

Qualitätslevel 4:

Qualitätswert zwischen 90% (einschliesslich) und 95% (ausschliesslich)

Qualitätslevel 5:

Qualitätswert zwischen 95% (einschliesslich) und 98% (ausschliesslich)

etc.

6.7 Darstellung der Resultate

Das Resultat der Qualitätsbewertung ist in einem Bericht darzustellen. Dieser soll zumindest folgende Elemente enthalten:

- ▶ Allgemeine Angaben: Beteiligte an der Qualitätsbewertung, Auftraggeber, Art der Untersuchung, Informationsquellen, Informationsanspruch, Zeitraum der

Untersuchung, Untersuchungsgebiet, Grösse der Probe, Art der Erfassung der tatsächlichen Situation und eingesetzte Hilfsmittel, Angaben zu den Beobachtungsorten und Beobachtungszeiträumen.

- ▶ Qualitätswerte und Qualitätslevel einschliesslich Fehlerabschätzung.
- ▶ Vorbehalte: Nachträglich festgestellte Mängel in der Repräsentativität, Resultate einer durchzuführenden Sensitivitätsanalyse, Methodische Abweichungen oder Besonderheiten in der Erfassung der tatsächlichen Situation.
- ▶ Empfehlungen, insbesondere zu Möglichkeiten zur Qualitätsverbesserung und zu weiteren Untersuchungen zur Verbesserung der Aussagekraft der Qualitätsbewertung.

7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Mit der vorliegenden Forschungsarbeit konnte der Bedarf für die Messung der Qualität von Verkehrsinformation klar bestätigt werden. Insbesondere Situationen mit mehreren im Wettbewerb stehenden Anbietern von Verkehrsinformation ist eine vergleichende Qualitätsbewertung auf solider Grundlage erstrebenswert. Die Forschungsarbeit folgt einem streng auf Vergleichbarkeit nach objektivierbaren Kriterien ausgerichteten Ansatz. Dieser Ansatz hat sich grundsätzlich als machbar erwiesen. Allerdings zeigte sich eine überraschend hohe Komplexität des entwickelten Qualitätsmodells. Um die praktische Handhabbarkeit zu gewähren, ist der Mut zur Vereinfachung erforderlich. Lieber mit vertretbarem Aufwand einen Qualitätswert bestimmen als in jedem Einzelfall eine massgeschneiderte Qualitätsuntersuchung durchführen, die nur schwer mit anderen vergleichbar ist. Dies umso mehr, als sich klar erwiesen hat, dass der Erhebungsaufwand kritisch ist. Ein Element der Vereinfachung besteht darin, dass in der Praxis unbedeutende Gegebenheitstypen weggelassen werden.

Aus den Resultaten der vorliegenden Forschungsarbeit lässt sich weitgehend die Norm zur Qualität der Verkehrsinformation erstellen. Die Präsentation dieser Resultate wurde bewusst so gewählt, dass mit geringen sprachlichen Überarbeitungen und Umstellungen der Reihenfolge der wesentliche Teil des Normtextes entstehen kann. Der Schwachpunkt dieser Norm liegt zur Zeit klar auf der Seite der zu verwendenden festen Parameterwerte, für deren Bestimmung die Grundlagen in der Regel noch ungenügend sind. Dies bedeutet, dass die Norm durch realistischere Parameterwerte über die Jahre laufend verbessert werden kann. Dies ist höchstens insofern problematisch, als Erhebungen zur Entwicklung der Qualität von Verkehrsinformation eines bestimmten Anbieters über längere Zeit in geeigneter Form mit Änderungen von Parameterwerten umgehen müssen. Falls die für die Qualitätsbestimmung erfassten Daten aufgehoben und dadurch die Qualitätsberechnungen rekonstruierbar werden, sind hier keine grossen Schwierigkeiten zu erwarten.

Die aufgeführten Schlussfolgerungen führen zu folgenden Empfehlungen:

- ▶ Es ist im Hinblick auf die zu erarbeitende Norm möglichst rasch eine praktische Erprobung der in der Forschungsarbeit entwickelten Methoden zur Qualitätsbestimmung durchzuführen, um zu zeigen, dass sich mit diesen Methoden ein mit vernünftigem Aufwand ermittelbares und verlässliches Qualitätsmass ergibt.
- ▶ Die Erhebungsmethoden für die tatsächliche Situation, welche mit der gemeldeten zu vergleichen ist, sind zu entwickeln und in ihrer Effizienz zu optimieren. Dabei ist insbesondere zu untersuchen, wo Vereinfachungen möglich sind, die sich auf den Qualitätswert nur unwesentlich auswirken.
- ▶ Zur Verbesserung der Bestimmungsgrundlage für die festen Parameterwerte sind geplante und laufende Forschungsarbeiten auf den Bedarf der vorgesehenen Norm abzustimmen. Dies betrifft insbesondere die Forschungsprojekte VSS2000/343, VSS2000/342 und SVI2000/386.
- ▶ Zur Zeit wird das Formular für das Unfallprotokoll in der Schweiz überarbeitet. Das überarbeitete Formular sollte auch dahingehend untersucht werden, wie weit die Bedürfnisse der Datenerhebung für die Qualitätsbestimmung von Verkehrsinformation abgedeckt werden.
- ▶ Es sind zusätzliche Projekte zur Bestimmung wesentlicher Bestimmungsgrössen für die Qualitätsermittlung von Verkehrsinformation durchzuführen.

Dies betrifft insbesondere die Bereiche Auswirkung von Verkehrsinformation auf Unfallrisiken, Häufigkeiten von für Verkehrsinformation relevanten Ereignissen, Ausweichmöglichkeiten bei Störungen im Verkehrsnetz und Zeitkosten im Güterverkehr. Die nachfolgende Tabelle listet die wesentlichen Bestimmungsgrößen auf und zeigt Möglichkeiten zu ihrer Ermittlung auf:

Bestimmungsgrösse	Verwendung	Quelle	Bemerkungen
Anteile der Fahrzeugtypen am Verkehrsaufkommen	Differenzierung nach Fahrzeugtyp	Verkehrsstatistik	
Unfälle pro Zeit für die Gegebenheitstypen im Bereich Verkehrssicherheit	Zur Bestimmung der Unfallwahrscheinlichkeit	Unfallstatistik	Zuordnung zu den Gegebenheiten bei heutiger Unfallstatistik oft schwierig. Unterscheidung nach Strassentyp und Fahrzeugtyp.
Häufigkeit der Gefahrenstellen nach Gegebenheitstyp im Bereich Verkehrssicherheit	Zur Bestimmung der Unfallwahrscheinlichkeit	Auswertung von Incident Detection und/oder Verkehrsinformation	Bei Verkehrsinformation ist eine Dunkelziffer zu berücksichtigen. Incident Detection untersteht lokalen Eigenheiten. Kombination der beiden Methoden? Unterscheidung nach Strassentyp.
Verkehrsleistung bei Gefahrenstellen	Zur Bestimmung der Unfallwahrscheinlichkeit	Auswertung Unfallorte und Verkehrsstatistik	Je nach Gegebenheitstyp Tageszeit berücksichtigen (z.B. Falschfahrer mehr nachts)
Unfallkosten	Gewichtung im Bereich Verkehrssicherheit	Studien zu Unfallkosten	Differenzierung nach Gegebenheitstyp. Übersetzung in Unfalltypisierung nicht überall klar.
Reduktionsfaktor Unfallwahrscheinlichkeit durch Verkehrsinformation nach Gegebenheitstyp	Gewichtung im Bereich Verkehrssicherheit	Verhaltensstudien z.B. mit Verkehrssimulator	Unterscheidung nach Strassentyp, innerorts/ausserorts.
Zeitkosten im Strassentransport	Gewichtung im Bereich Transporteffizienz	Studien zu Zeitkosten im Strassenverkehr	Differenzierung nach Fahrzeugtyp, ev. Tageszeit und Wochentag.

Bestimmungsgrösse	Verwendung	Quelle	Bemerkungen
Zeitkosten im öffentlichen Verkehr	Gewichtung im Bereich Transporteffizienz	Studien zu Zeitkosten im öffentlichen Verkehr	Ev. Differenzierung nach Tageszeit und Wochentag
Ausweichkoeffizient für örtliches Ausweichen im Strassentransport	1. Genauigkeitsstufe im Bereich Transporteffizienz	Verkehrssimulation Strasse	
Ausweichkoeffizient für örtliches Ausweichen im öffentlichen Verkehr	1. Genauigkeitsstufe im Bereich Transporteffizienz	Verkehrssimulation ÖV	
Ausweichkoeffizient für zeitliches Ausweichen im Strassentransport	Gewichtung im Bereich Transporteffizienz	Verhaltensuntersuchungen (Befragungen?)	
Ausweichkoeffizient für zeitliches Ausweichen im öffentlichen Verkehr	Gewichtung im Bereich Transporteffizienz	Verhaltensuntersuchungen (Befragungen?)	
Ausweichkoeffizient für Wechsel Verkehrsmodus	Gewichtung im Bereich Transporteffizienz	Verhaltensuntersuchungen (Befragungen?)	

Anhang A: Herleitung des Wirkungsmodells

Das nachfolgend beschriebene Wirkungsmodell soll nicht Teil der Norm werden. Es dient dazu, Faktoren abzuleiten, welche die Wirkung bestimmen und in die Norm zu übernehmen sind siehe Kapitel 5 und 6.

Verkehrsinformation hat sehr viele unterschiedliche Anwendungsbereiche: Direkte Verbreitung, Fahrzeugnavigation, intermodale Routenplanung, Flottenmanagement, Verkehrslenkung etc. In ihrer Wirkung zielen aber alle diese Anwendungsbereiche letztlich auf die Strassenfahrzeuge und das, was mit diesen transportiert wird. Hier gibt es nur wenige Einflüsse, welche Verkehrsinformation haben kann:

- ▶ Sie kann das Fahrverhalten beeinflussen. Als klar dominierender Effekt ist die Vermeidung von Unfällen aufzuführen.
- ▶ Sie kann die Routenwahl beeinflussen. Dies führt über Fahrzeit und Fahrkosten zu einer unterschiedlichen Transporteffizienz für die durch die Fahrzeuge transportierten Personen und Güter.
- ▶ Sie kann die Zuordnung der zu transportierenden Personen und Güter zu Fahrzeugen beeinflussen. Für die Personen und Güter können unterschiedliche Transportketten gewählt werden. Letztlich beeinflusst auch dies die Transporteffizienz.
- ▶ Sie kann den Beginn eines Transportes verschieben oder einen Unterbruch bewirken. Auch dies hat eine Rückwirkung auf die Transporteffizienz.

Sowohl die Routenwahl als auch die Zuordnung zu den Fahrzeugen und der Transportbeginn kann einem direkten Einfluss unterliegen, indem die Nutzer aus ihrer individuellen Sicht heraus optimieren, aber auch einem indirekten über ein Verkehrsmanagement, welches mehr oder weniger verbindliche Vorgaben macht. Solche Vorgaben schränken den Spielraum für die Steigerung der Transporteffizienz ein. Es darf davon ausgegangen werden, dass Vorgaben nur dann gemacht werden, wenn dem individuellen Verlust an Transporteffizienz aus übergeordneter Sicht ein mindestens ebenso hoher Gewinn gegenübersteht - sei es durch geringere Beeinträchtigungen anderer Verkehrsteilnehmer oder durch eine Verminderung negativer Wirkungen auf die Umwelt. Im Wirkungsmodell wird der Verlust an individueller Transporteffizienz durch Verkehrsmanagement bewusst nicht berücksichtigt, also auf eine rein individuelle Sicht abgestellt, und damit indirekt auch der diesem Verlust gegenüberstehende Gewinn einbezogen.

Insbesondere die Routenwahl, wenn auch durch die Maximierung der Transporteffizienz motiviert, hat Sekundärwirkungen auf die Verkehrssicherheit und die Umwelt. Die heute üblicherweise gewählte Route mit der kürzesten Fahrzeit dürfte in der Regel auch zum geringsten Lärm und Schadstoffausstoss führen und die Verkehrssicherheit am wenigsten beeinträchtigen. Es gibt aber durchaus Situationen, in denen das Umgekehrte der Fall ist: Bei einem Stau auf dem primären Strassennetz und einem dadurch verursachten Ausweichen auf das sekundäre Strassennetz können Gebiete tangiert werden, welche bezüglich Umweltwirkungen und Verkehrssicherheit wesentlich sensibler sind. Wie weit sich hier gegenläufige Wirkungen ausgleichen oder noch eine Restwirkung in die eine oder andere Richtung resultiert, ist in einer globalen Betrachtung nicht oder nur mit übermässigem Aufwand festzustellen. Deshalb werden Sekundärwirkungen nicht berücksichtigt.

Aufgrund dieser Überlegungen beschränkt sich das Wirkungsmodell auf die Wirkungsbereiche Verkehrssicherheit und individuelle Transporteffizienz. Es gibt für Verkehrsinformation relevante Gegebenheiten, welche in beiden Bereichen eine Wirkung erzielen (z.B. Stau).

In der **Verkehrssicherheit** ergibt sich der Beitrag einer Gefahrenstelle g zur maximal erzielbaren Wirkung aus dem Anteil des insgesamt durch Unfälle verursachten Schadens, welcher sich vermeiden liesse, wenn alle auf die Gefahrenstelle auffahrenden Fahrzeuge darüber informiert wären. Es ist nach dem Gefahrenstellentyp G zu differenzieren. Es wird davon ausgegangen, dass die Information zu permanenten Gefahrenstellen nicht als Verkehrsinformation übertragen wird. Folglich sind nur temporäre Gefahrenstellen zu berücksichtigen.

Ein Fahrzeug, welches auf eine Gefahrenstelle g auffährt und darüber nicht informiert ist, hat eine Wahrscheinlichkeit U_G , dass es dort einen Unfall verursacht. Der Index G gibt an, dass die Wahrscheinlichkeit vom Gefahrenstellentyp abhängt. Die Norm SN 671 921 verwendet als Grundtypisierung für Gegebenheiten, welche in der Verkehrsinformation relevant sind, die Sachlage. Für die Verkehrssicherheit von Bedeutung sind die Sachlagen Falschfahrer, Behinderung, Stau, Rückstau bei Ausfahrt, stockender Verkehr, Strecke blockiert, Gefahr und Sicht eingeschränkt. Von einigen dieser Sachlagen gibt es mehrere Typen mit unterschiedlichem Unfallrisiko: die Behinderung, die Gefahr und die eingeschränkte Sicht.

Bei einem Unfall durch eine Gefahrenstelle vom Typ G wird im Mittel ein Schaden S_G verursacht. Ist das Fahrzeug über die Gefahrenstelle durch Verkehrsinformation im voraus informiert, so reduziert sich die Wahrscheinlichkeit, einen Unfall auszulösen, um den Faktor R_G . Die Werte von R_G liegen zwischen 0 (die Information hat keine reduzierende Wirkung auf die Unfallwahrscheinlichkeit) und 1 (die Information führt in jedem Fall zu einer Vermeidung des Unfalls). Die Anzahl Fahrzeuge, welche auf die Gefahrenstelle g auffahren, ist $N_{I,g}$, wo I das Zeitintervall ist, in dem die Gefahrenstelle vorhanden ist. Der Beitrag $T_{g,VS}$ (VS steht für Verkehrssicherheit, vgl Kapitel 4.3.2) der Gefahrenstelle g vom Typ G zur maximal erzielbare Wirkung ist

$$T_{g,VS} = U_G \cdot S_G \cdot R_G \cdot N_{I,g}$$

Daraus lässt sich ableiten, dass die Gewichtung $G_{G,VS}$ gegeben ist durch

$$G_{G,VS} = U_G \cdot S_G \cdot R_G$$

Der Wirkungsparameter ist

$$P_{g,VS \max} = N_{I,g}$$

Für den Beitrag der Gefahrenstelle g zur Wirkungsdifferenz sind die Situationen A und B gemäss Kapitel 5.1.1 zu berücksichtigen. In Situation A ist die Gefahrenstelle vorhanden, die Verkehrsinformation informiert aber nicht darüber. Die Fahrzeugführer fahren also unvorbereitet auf die Gefahrenstelle auf und die positive Wirkung der Verkehrsinformation entfällt.

In Situation B warnt die Verkehrsinformation vor einer Gefahrenstelle, welche in Wirklichkeit nicht vorhanden ist. Das hat keine unmittelbaren Folgen - da keine Gefahrenstelle vorhanden ist, kann es zu keinem Unfall kommen. Aber der Fahrzeugführer wird bemerken, dass er falsch informiert wurde. Er wird die Glaubwürdigkeit der Verkehrsinformation in Zweifel ziehen und sein Verhalten anpassen. Konkret kann davon ausgegangen werden, dass er die Beachtung, welche er Verkehrsinformationen zu Gefahrenstellen schenkt, so weit reduziert, dass für ihn das Schadensrisiko ungefähr wieder dem ursprünglichen Risiko entspricht, welches er gehabt hätte, wenn alle Verkehrsinformationen richtig gewesen wären und er ihnen die höhere Beachtung geschenkt hätte¹⁹. Effektiv erhöht sich damit für ihn durch die verminderte Beachtung der Verkehrsinformation über längere Zeit hinweg das Schadensrisiko in gleichem Umfang, wie wenn die Gefahrenstelle vorhanden gewesen wäre, er aber nicht informiert gewesen wäre. Auch wenn dieses Aufwiegen

¹⁹ Das Verhalten im Verkehr ergibt sich aus dem Resultat von Einflüssen, welche eine aggressivere Fahrweise fördern und solchen, welche zu mehr Vorsicht führen. Wenn auf der Seite des vorsichtigeren Fahrens ein Einfluss wegfällt, wird dies durch eine Verschiebung in Richtung aggressivere Fahrweise so weit kompensiert, bis das Gleichgewicht der Einflüsse wieder hergestellt ist. Das tatsächliche Risiko erhöht sich dadurch.

der Risiken individuell wahrscheinlich nicht genau getroffen wird, so dürfte es sich im Durchschnitt über viele Fahrer recht genau ergeben. Situation A und B werden aus diesem Grund in ihrer Schadenswirkung gleich gewichtet. Daraus folgt

$$P_{g,VS \text{ diff}} = \sum_J N_{Jg}$$

wobei über alle relevanten Zeitintervalle J_1 bis J_6 entsprechend Situation A und B summiert wird (vgl. Kapitel 5.1.1).

N_{I_g} und N_{J_g} lassen sich bestimmen, wenn der Verkehrsfluss F_g (Anzahl Fahrzeuge pro Zeiteinheit) auf dem Abschnitt mit der Gefahrenstelle bekannt ist. Der Verkehrsfluss ist mit der Länge L_I bzw. L_J der betreffenden Zeitintervalle zu multiplizieren:

$$N_{I_g} = L_I \cdot F_g$$

$$N_{J_g} = L_J \cdot F_g$$

Diese Formeln gelten für stationäre Gefahrenstellen. Bewegt sich die Gefahrenstelle auf die Fahrzeuge zu, was bei Falschfahrern der Fall ist, dann erhöht sich die Anzahl Betroffener um den Faktor $1+v_f/v_a$. v_f ist die Geschwindigkeit des Falschfahrers und v_a die Durchschnittsgeschwindigkeit der ihm entgegenkommenden Fahrzeuge. Unter der Annahme, dass beide Geschwindigkeiten ungefähr gleich gross sind, ergibt sich für Falschfahrer

$$N_{I_g} = 2 \cdot L_I \cdot F_g$$

$$N_{J_g} = 2 \cdot L_J \cdot F_g$$

Umgekehrt vermindert sich die Anzahl Betroffener bei mit dem Verkehr mitfahrenden Gefahrenstellen (z.B. bei Ausnahmetransporten oder fahrenden Unterhaltsfahrzeugen) um den Faktor $1-v_f/v_a$.

U_G und S_G für die verschiedenen Typen von Gefahrenstellen lassen sich aus Unfallstatistiken ermitteln. R_G ergibt sich aus einer Wirkungsanalyse von Verkehrsinformation. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Fahrzeug auch durch andere Informationsquellen über die Gefahrenstelle informiert sein kann, was die Wirkung der Verkehrsinformation herabsetzt.

Die maximal erzielbare Wirkung in der **individuellen Transporteffizienz** ergibt sich aus der Kostenreduktion für die durch eine Störung betroffenen Transporte, welche sich dadurch erreichen lässt, dass diese Transporte der Störung ausweichen. Dabei sind Störungen im Strassennetz und Störungen beim öffentlichen Verkehr zu unterscheiden. Im Gegensatz zur Gefahrenquelle hängt die Wirkung in beiden Bereichen nicht vom Typ der Störung, sondern vom Ausmass ab. Bei grösseren Störungen wird sich ein Ausweichen eher lohnen und auch mehr Wirkung erzeugen.

Für jeden Transport, welcher in eine Störung s gelangt, entsteht ein Zeitverlust a_s . Es kann sich um die Zeit handeln, welche benötigt wird, um die Störung (etwa einen Stau oder eine Abfertigung mit Wartezeit) zu passieren, aber auch um die Zeit für die Benutzung einer lokal vorgegebene Alternative zur Störungsstelle (etwa einer Umleitung bei einer Strassensperrung oder bei einem Linienunterbruch im ÖV). Dieser Zeitverlust führt zu Zusatzkosten für den Transport, welche sich berechnen gemäss der Formel

$$Z_t = k_t \cdot a_s$$

wo k_t die Kosten pro Zeiteinheit sind, welche für den Transport anfallen²⁰.

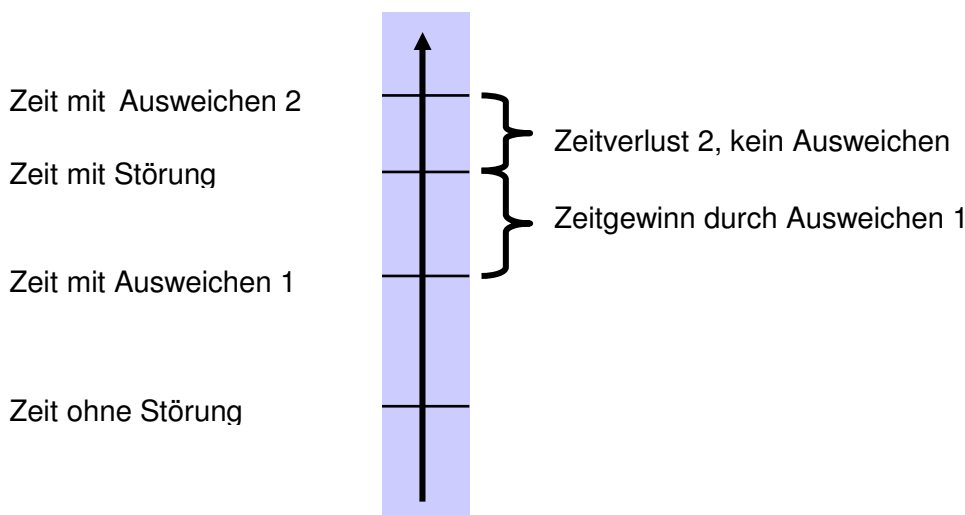
Im Bereich ÖV ist zu beachten, dass viele Passagiere vorgesehen haben, nach dem Kurs mit dem Zeitverlust einen Anschlusskurs zu benutzen. Einige von ihnen werden den Anschlusskurs trotz Zeitverlust noch erreichen und am Schluss der Reise deshalb keinen Zeitverlust mehr haben. Bei andern Passagieren wird der

²⁰ Hier wird vereinfachend angenommen, dass k_t zeitlich konstant ist. Unberücksichtigt bleibt dabei der Fall, dass ein Transport zu einer bestimmten Zeit sein Ziel erreichen muss und wenn der Zeitverlust zu gross wird, ausserordentliche zusätzliche Zeitkosten entstehen.

Anschlusskurs den Anschluss abwarten und deshalb auch verspätet sein, so dass am Ende der Zeitverlust eine ähnliche Grössenordnung haben dürfte wie beim Kurs, für den die Störung vorliegt. Die dritte Gruppe von Passagieren wird den Anschlusskurs verpassen, einen spätern Kurs benutzen müssen und am Ende einen wesentlich grösseren Zeitverlust haben als sich durch die Störung allein ergeben würde. In der zweiten Genauigkeitsstufe (vgl. Kapitel 5.1) lassen sich diese Effekte berechnen und es können für die verschiedenen Passagiere oder Gruppen von Passagieren die effektiven Zeitverluste am Ende der Reise eingesetzt werden. In der ersten Genauigkeitsstufe ist eine solche Berechnung nicht möglich (weil Ausgangspunkt und Ziel der Passagiere nicht bekannt sind) und es wird vereinfachend angenommen, dass sich der Anteil wegfallender Zeitverluste bei der Benutzung von Anschlusskursen und der Anteil erhöhter Zeitverluste ungefähr aufheben. Das bedeutet, dass in der ersten Genauigkeitsstufe nur auf den Zeitverlust des durch die Störung betroffenen Kurses abgestellt wird.

Erreicht der Zeitverlust einen bestimmten Schwellenwert a_{0t} , dann lohnt sich ein Ausweichen. Bei einem gegebenen, durch die Störung verursachten Zeitverlust a_s grösser als a_{0t} ist die Reduktion des Zeitverlusts B_t , welche der Transport durch Ausweichen erreicht, gegeben durch

$$B_t(a_s) = a_s - a_{0t}$$



Figur 7: Bestimmung, ob sich ein Ausweichen lohnt, anhand relevanter Zeiten.

Das Ausweichen bei Störungen kann örtlich durch eine andere Transportroute bzw. im ÖV durch Wahl anderer Linien, zeitlich durch Verschieben des Transports oder durch Änderung der Transportkette (Zusammensetzung der verwendeten Verkehrsmittel, Punkte des Wechsels zwischen diesen) erfolgen.

Durch das Ausweichen können dem Transport zusätzliche Kosten erwachsen, etwa durch eine längere erforderliche Route oder durch erhöhte Fahrpreise. In einzelnen Situationen können sich umgekehrt die Kosten, welche nicht durch die Transportzeit bedingt sind, verringern. Diese Effekte gehen nur indirekt über die Schwellenwerte der Zeitverluste in die Berechnung ein. Bei diesen Schwellenwerten sind die Zeitkosten durch Ausweichen zuzüglich übriger Mehrkosten bzw. abzüglich übriger Kosteneinsparung gleich gross wie die Zeitkosten ohne Ausweichen.

Angenommen eine Störung verursacht den konstanten Zeitverlust a_s . Die Anzahl Transporte, welche während dem Zeitintervall I , in dem diese Störung vorliegt, die Störstelle passieren möchten, betrage N_t , die mittleren Zeitkosten der betroffenen Transportarten sei k und die durchschnittliche Reduktion des Zeitverlusts pro Transport durch Ausweichen $B(a_s)$. Der Beitrag der Störung zur maximal mit Ver-

kehrsinformation erzielbaren Wirkung $T_{s,TE}$ einer Störung s mit Zeitverlust a_s beträgt dann

$$T_{s,TE \max} = N_i \cdot k \cdot B(a_s)$$

Zu berücksichtigen ist, dass durch die Störung unterschiedliche Transportarten betroffen sein können und dass die eingesparten Kosten pro Zeiteinheit für verschiedene Transportarten - insbesondere für Personentransporte und Gütertransporte - sehr unterschiedliche Werte annehmen können. Die Mittelwertbildung über k_i muss diesen Aspekt berücksichtigen. Wenn e_i die Anteile der verschiedenen Transportarten und k_i die ihnen zugeordneten Zeitkosten sind, dann ist

$$k = \sum_i e_i \cdot k_i$$

Knackpunkt der Bestimmung von $T_{s,TE}$ ist die Berechnung von $B(a_s)$. Dazu muss bekannt sein, für wie viele Transporte sich ein Ausweichen lohnt und welche Reduktion des Zeitverlusts diese Transporte gegenüber der Ausgangssituation mit der Störung erzielen. Dies ist abhängig von der Lage und Zeit der Störung, welche die Ausweichmöglichkeiten in Abhängigkeit von den sich aus den verschiedenen Richtungen auf die Störung zubewegenden Transporten mit unterschiedlichen Zielen ergeben. Mit heutigen Möglichkeiten der Routenplanung sollte dies jedoch kaum ein Problem darstellen: Aus Quelle-Ziel-Beziehungen werden Ausgangs- und Zielpunkte für Einzeltransporte erzeugt, welche auf der Idealroute die Störungsstelle passieren würden. Durch Vergleich dieser Idealroute mit der kürzesten Alternativroute wird der Schwellenwert für das Ausweichen und daraus in Abhängigkeit vom Ausmass der Störung die Reduktion des Zeitverlusts bei Ausweichen errechnet. Mittelwertbildung über alle während der Störung zu erwartenden Transporte ergibt $B(a_s)$:

$$B(a_s) = \frac{1}{N_i} \sum_t (a_s - a_{0t})$$

wobei die Summe nur über diejenigen Transporte zu bilden ist, welche durch die Alternativroute einen reduzierten Zeitverlust erreichen. Die Alternativroute schliesst Anpassungen der Transportkette mit ein. Das zeitliche Ausweichen verhält sich in dem Sinn leicht anders, als weniger die örtlichen Gegebenheiten als vielmehr die Zeit der Störung und der Zweck des Transportes ausschlaggebend sind. Aber letztlich wird es auch für das zeitliche Ausweichen einen Schwellenwert des Zeitverlustes durch die Störung geben, ab dem es sich lohnt, und obige Formel bleibt damit gültig (wobei für jeden Transport jeweils die Ausweichart mit dem höchsten Zeitgewinn zu berücksichtigen ist).

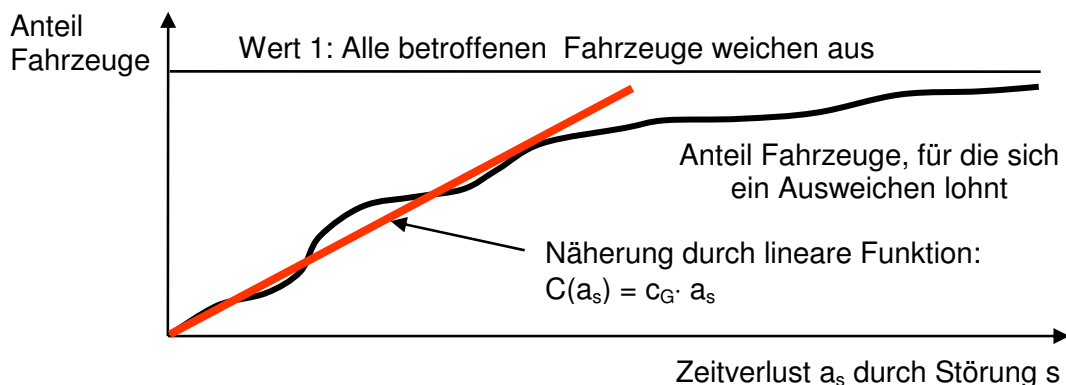
Obige Formel in die Formel für die maximal erzielbare Wirkung eingesetzt, ergibt den Beitrag einer Störung zu dieser Wirkung in der Berechnung entsprechend der zweiten Genauigkeitsstufe:

$$T_{s,TE \max} = k \cdot \sum_t (a_s - a_{0t})$$

k stellt die Gewichtung dar, während a_s und a_{0t} die von der konkreten Störung abhängigen Wirkungsparameter sind. Statt über einzelne Transporte kann auch über Gruppen von Transporten mit gleicher Ausweichroute summiert werden, wobei die Grösse n_{TG} dieser Gruppen zu berücksichtigen ist:

$$T_{s,TE \max} = k \cdot \sum_{TG} n_{TG} \cdot (a_s - a_{0TG})$$

In der ersten Genauigkeitsstufe stehen die Instrumente zur Bestimmung der Zeitverluste für einzelne Transporte oder Gruppen von Transporten nicht zur Verfügung. Es muss deshalb eine passende Abschätzung für $B(a_s)$ gefunden werden.



Figur 8: Abschätzung des Anteils an Fahrzeugen, für welche sich bei einer Störung ein Ausweichen lohnt, in Abhängigkeit vom Zeitverlust der Störung.

Der Anteil $C(a_s)$ von allen ohne die Störung s an der Störungsstelle vorbeiführenden Transporten, für welche sich ein Ausweichen lohnt, ist = 0 für $a_s = 0$, nimmt für zunehmende Werte von a_s zu und ist in jedem Fall kleiner oder gleich 1. Angenähert wird sie durch einen linearen Verlauf:

$$C(a_s) = c_G \cdot a_s$$

Der Ausweichhäufigkeitskoeffizient wird als Durchschnittswert über alle Störungen des betreffenden Gegebenheitstyps fest vorgegeben. Diese Abschätzung ist gut für kleine Werte von a_s . Für Störungen mit grossem Zeitverlust ergeben sich zu grosse Beiträge zu $B(a_s)$ und damit zur maximal erzielbaren Wirkung.

Jeder ausweichende Transport hat durch das Ausweichen einen Zeitgewinn zwischen 0 (Transporte, für die sich beim gegebenen Wert von a_s das Ausweichen erst gerade lohnt) und a_s (Transporte, bei denen sich schon beim kleinsten Wert von a_s ein Ausweichen lohnt). Gemäss obiger Abschätzung sind die Zeitgewinne gleichmässig auf dieses Intervall verteilt, so dass der durchschnittliche Zeitgewinn der ausweichenden Transporte in der Mitte, also bei $a_s/2$ liegt. Das ergibt

$$B(a_s) = \frac{c_G \cdot a_s^2}{2}$$

Eine zusätzliche Abschätzung ist für den Wert N_l erforderlich. Massgebend sind nämlich alle Transporte, welche ohne Störung an der Störstelle vorbeiführen würden, und deren Anzahl ist in dieser Genauigkeitsstufe nicht bekannt. Hier wird stattdessen die bestimmbare Anzahl Transporte verwendet, die effektiv noch an der Störstelle vorbeiführen. N_l wird dadurch um die Anzahl ausweichender Transporte unterschätzt. Für kleine Störungen sind das nicht viele. Bei grösseren Störungen bewirkt dies aber zu kleine Beiträge zur maximal erzielbaren Wirkung. Es darf angenommen werden, dass sich diese zu kleinen Beiträge und die zu grossen Beiträge bei $B(a_s)$ zumindest ein Stück weit aufheben. Wie gut die Abschätzung

$$T_{s,TE \max} = \frac{M_l \cdot k \cdot c_G \cdot a_s^2}{2}$$

für grosse Werte von a_s effektiv ist, lässt sich durch einen Vergleich des Resultates der ersten und der zweiten Genauigkeitsstufe in einer Vielzahl von Fällen feststellen.

Die hergeleiteten Formeln für $T_{s,TE \max}$ in der ersten und zweiten Genauigkeitsstufe sind auf einen Status anwendbar (vgl. Kapitel 5.1.1) und können als Grundformeln gelten.

Für die Beiträge zur Wirkungsdifferenz sind wie schon im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit die Situationen A und B zu betrachten. In der Situation A wird, da

die Verkehrsinformation nicht vorliegt, deren erzielbare Wirkung nicht erreicht, was bedeutet, dass die Formeln für $T_{s,TE \max}$ auch für die Beiträge der Situation A zu $T_{s,TE \text{ diff}}$ anwendbar sind, nur dass in der zweiten Genauigkeitsstufe die Transporte oder Gruppen von Transporten zu berücksichtigen sind, welche die Störstelle während der Situation A passieren würden. In der Formel zur ersten Genauigkeitsstufe ist M_i durch M_J zu ersetzen, wobei J das Zeitintervall ist, zu welchem die Situation A vorhanden ist. Falls es mehrere solche Zeitintervalle gibt, ist über die entsprechenden M_J zu summieren.

In der Situation B weichen Transporte, welche eine Ausweichroute mit kleinerem Zeitverlust a_{0t} haben als der fälschlich gemeldete Zeitverlust a_s , der vermeintlichen Störstelle aus und erleiden dadurch einen Zeitverlust a_{0t} . In der Formel für die zweite Genauigkeitsstufe ist also $a_s - a_{0t}$ durch a_{0t} bzw. $a_s - a_{0TG}$ durch a_{0TG} zu ersetzen und es sind diejenigen Transporte oder Gruppen von Transporten zu berücksichtigen, welche die Störstelle in der Situation B passieren würden. In der ersten Genauigkeitsstufe bleibt die Abschätzung für $B(a_s)$ weiterhin gültig, da der durchschnittliche Zeitverlust wiederum in der Mitte zwischen 0 (Transporte, bei denen sich schon beim kleinsten Wert von a_s ein Ausweichen lohnt und der Zeitverlust durch Ausweichen minimal ist) und a_s (Transporte, für die sich beim gegebenen Wert von a_s das Ausweichen erst gerade lohnt und der Zeitverlust durch Ausweichen nahe bei a_s ist), also bei $a_s/2$ liegt. Es sind diesmal aber die Werte von M_J mit den Zeitintervallen J, zu denen die Situation B vorliegt, zu berücksichtigen.

Insgesamt ist für $T_{s,TE \text{ diff}}$ in der ersten Genauigkeitsstufe die Grundformel weiter gültig, wobei M_i nur durch $\sum_J M_J$ (J läuft über alle Zeitintervalle, zu denen Situation A oder B vorliegt) zu ersetzen ist.

Handelt es sich beim Gegebenheitstyp der Störung um einen Verlauf, so ist der Verlauf der Zeitverluste in einer Messreihe zu bestimmen. Relevant sind dann für den Beitrag zur maximal erzielbaren Wirkung alle Zeitpunkte i der Messungen. Zwischen solchen Zeitpunkten ergeben sich Teilbeiträge mit konstantem Zeitverlust und die Grundformeln lassen sich anwenden, wobei a_s durch a_i zu ersetzen ist, dem Zeitverlust der Störung zwischen dem i-ten und i+1-ten Zeitpunkt, und M_i durch m_i , der Anzahl an der Störstelle zwischen dem i-ten und i+1-ten Zeitpunkt vorbeiführender Transporte. Schliesslich ist über alle Zeitpunkte zu summieren, was für die erste und zweite Genauigkeitsstufe folgende Formeln ergibt:

$$T_{s,TE \max} = \frac{k \cdot c_G}{2} \cdot \sum_i m_i \cdot a_i^2$$

$$T_{s,TE \max} = k \cdot \sum_i \sum_{TG} n_{TG} \cdot (a_i - a_{0TG})$$

Für die zweite Genauigkeitsstufe sind bei der Summe über die Transportgruppen TG jeweils diejenigen Transportgruppen zu berücksichtigen, welche zwischen dem i-ten und i+1-ten Zeitpunkt an der Störstelle vorbeiführen würden.

Beim Beitrag von Störungen zur Wirkungsdifferenz im Fall von Verläufen ist zu berücksichtigen, dass neben einem idealerweise gemeldeten Zeitverlust a_{ideal} der real in der Verkehrsinformation gemeldete Zeitverlust a_{real} besteht. Transporte, welche durch Ausweichen einen Zeitverlust a_{0t} haben, der geringer ist als diese beiden Zeitverluste, weichen zu Recht der Störung aus, für sie ergibt sich also kein Beitrag zur Wirkungsdifferenz. Transporte, welche durch Ausweichen einen Zeitverlust haben, der grösser ist als die beiden Zeitverluste, weichen zu Recht nicht aus. Auch für sie ergibt sich ebenfalls kein Beitrag zur Wirkungsdifferenz. Nur die Transporte mit einem Zeitverlust durch Ausweichen zwischen den beiden Werten sind kritisch. Ist der effektive Zeitverlust durch die Störung a_{ideal} höher als der gemeldete a_{real} , dann werden sie fälschlicherweise nicht ausweichen und gegenüber dem Ausweichen, das angebracht gewesen wäre, haben sie einen Zeitverlust im Umfang von $a_{ideal} - a_{0t}$. Ist der gemeldete Zeitverlust durch die Störung a_{real} höher als der effektive a_{ideal} , dann werden sie fälschlicherweise ausweichen und gegenüber dem Pas-

sieren der Störung, das angebracht gewesen wäre, haben sie einen Zeitverlust im Umfang von $a_{0t} - a_{ideal}$. Der Zeitverlust für beide Situationen lässt sich zusammenfassen im Ausdruck $|a_{ideal} - a_{0t}|$.

Die Abschätzung für die erste Genauigkeitsstufe ist aufgrund analoger Argumente nach wie vor gültig, wenn a_s durch $a_{ideal} - a_{real}$ ersetzt wird.

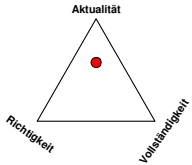
Um wiederum in Teilbeiträge während Zeitintervallen mit konstantem Zeitverlust aufteilen zu können, sind nicht mehr nur die Zeiten von Messungen des effektiven Zeitverlusts relevant, sondern auch die Zeitpunkte, ab denen gemäss verbreiteter Verkehrsinformation ein anderer Zeitverlust gilt. Werden alle diese Zeitpunkte mit i bezeichnet und der zwischen dem i -ten und $i+1$ -ten Zeitpunkt vorhanden Zeitverlust a_{ideal} mit a_i sowie der zwischen dem i -ten und $i+1$ -ten Zeitpunkt vorhanden Zeitverlust a_{real} mit $a_{VI i}$, dann ergeben sich für die erste und zweite Genauigkeitsstufe die in Kapitel 5.1.2 angegebenen Formeln.

Anhang B: Zusammenfassung der Antworten aus den Interviews

1.	Beschreiben Sie ihr aktuelles Verkehrsinformations-System: Datenquellen, Datenaufbereitung, Datenverbreitung	<p>In der Regel werden verschiedene Informationsquellen für die Erzeugung von Verkehrsinformationen verwendet. Wo möglich werden die Informationen automatisch verbreitet.</p> <p>Für die Datenaufbereitung werden verschiedene Systeme verwendet.</p> <p>Die Hauptsächlichen Verbreitungschanäle sind: Radio, RDS-TMS, GSM, Teletext, Infoline, Railinfo</p> <p>Im Bereich des öffentlichen Verkehrs wird die aktuelle Verkehrssituation der einzelnen Linien laufend aufgezeichnet. Daraus abgeleitet werden die Verspätungsmeldungen.</p>
2.	Welche Datenquellen werden verwendet?	Diverse (siehe auch Liste Frage 21)
3.	Wie werden die Daten zu Verkehrsinformationen aufbereitet?	Es werden sowohl manuelle als auch automatische Aufbereitungsmethoden verwendet. Zum Teil werden diese auch miteinander kombiniert.
4.	Wie und an wen werden die Verkehrsinformationen verbreitet?	<p>Verbreitungschanäle: Radio, Fax, Teletext, Lautsprecherdurchsage (öV), GSM</p> <p>an Kunden oder weitere Datenverarbeiter</p> <p>Als Datenformat wird teilweise XML verwendet.</p> <p>Die Verbreitung ist in der Regel eine Aktivität des Diensteanbieters. Der Kunde kann die Daten nutzen oder nicht. In seltenen Fällen geschieht die Informationsbeschaffung durch den Kunden durch Direktzugriff auf die Datenbank des Diensteanbieters.</p>
5.	Wurden bei Ihnen bereits einmal Untersuchungen betreffend der Qualität durchgeführt? Falls Ja: was, wann warum.	Bei einigen der befragten Interviewpartner wurden bereits interne oder externe Qualitätskontrollen durchgeführt.
6.	Wie wird die Qualität wahrgenommen?	Als Messpegel für die Qualität sind häufig Rückmeldungen der Kundschaft. Die Qualität wird dabei aus Sicht der Anbietern als gut bis sehr gut angenommen.
7.	Gibt es Bestrebungen, die Qualität von Verkehrsinformationen zu verbessern	Durchgängig wurde diese Frage mit JA beantwortet.
8.	Wer hat Nutzen von Qualität, wer hat welchen Nutzen, an welchen Stellen ist dies bemerkbar?	Der Nutzen liegt schlussendlich bei den Verkehrsteilnehmern. Die Qualität ist dann bemerkbar, wenn die gemeldete Verkehrsinformation mit der eigenen Realität übereinstimmt. Ebenso wird die Qualität spürbar, wenn ein Stauwelder seinen gemeldeten Stau im Ration hört oder eben nicht hört.
9.	Gibt es Rückmeldungen von Ihren Kunden bezüglich der Qualität Ihrer Verkehrsinformationen?	In der Regel gibt es Rückmeldungen der Kunden. Von der Häufigkeit reichen die Antworten von selten bis oft.
10.	Kennen Sie Methoden zur Bestimmung der Qualität der Verkehrsinformation?	<p>Einzelne Firmen haben eigene Methoden entwickelt. Diese werden als Firmengeheimnis betrachtet und werden für diese Forschungsarbeit nicht zur Verfügung gestellt.</p> <p>Bekannt sind noch einzelne empirische Methoden, welche auf Stauwelder angewendet werden können.</p> <p>Bei den meisten Interviewpartner werden folgende Methoden genannt: Stichprobentests, Befragungen, Kontrollinstrumente, Beschwerdenmanagement, Vergleich mit aktueller Situation</p>

11.	Wie wird die Qualität der Verkehrsinformationen bei Ihnen aufgezeichnet und dokumentiert?	Die Meldungen werden in der Regel erfasst. Teilweise in Informationssystem. Es werden auch Statistiken über Störungen und Meldungen geführt.
12.	Kennen Sie Erfahrungen aus dem Ausland bezüglich Qualität von Verkehrsinformationen?	Mehtode "DDG" ERIC-Partnerschaft: Aufbau eines europaweiten Qualitätschecks
13.	Sind Ihnen Literatur/Untersuchungen zur Qualität von Verkehrsinformationen bekannt?	Untersuchung SRG Diplomarbeit " Qualität von Verkehrsinformationssystemen", cand. ing. Eduard Hobst, 28. August 2000, INSTITUT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN Universität Stuttgart. In dieser Studie werden Verkehrsmeldungen von Diensteanbietern verglichen.

Fragen zur Qualität der Verkehrsinformation

	Allgemeine Fragen			
14.	Wie gewichten Sie Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit zueinander? (z.B. 20% Richtigkeit, 20% Vollständigkeit, 60% Aktualität: 	R	V	A
		+	-	+
		40	20	40
		50	10	40
		40	20	40
		70	15	15
		70	15	15
		33	33	33
15.	Wie lässt sich Aktualität überprüfen?	<ul style="list-style-type: none"> - Zeitbedarf von Ereignisbeginn bis zur Information - Überprüfung Betriebsablauf (öV) - Vergleich Quellen - Kamerabilder - Hötermeldungen 		
16.	Wie lässt sich Aktualität verbessern?	<ul style="list-style-type: none"> - Numerische Erfassungsmethoden - Verbesserung System - unverzögerte interne Abläufe 		
17.	Wie lässt sich Richtigkeit überprüfen?	<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich Quellen - Kamerabilder - Nachfrage vor Ort (Polizei) 		
18.	Wie lässt sich Richtigkeit verbessern?	<ul style="list-style-type: none"> - Numerische Erfassungsmethoden - Verbesserung System 		
19.	Wie lässt sich Vollständigkeit überprüfen?	<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich Quellen - Kamerabilder 		
20.	Wie lässt sich Vollständigkeit verbessern?	<ul style="list-style-type: none"> - Numerische Erfassungsmethoden - Verbesserung System - Nachfrage vor Ort (Polizei), Kamerabilder 		

	Informationsquellen																									
21.	Gibt es eine Bewertung der Informationsquellen?	<table> <thead> <tr> <th></th> <th>JA</th> <th>NEIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>registrierter Staumelder</td> <td>IIII</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>zufälliger Staumelder</td> <td>II</td> <td>III</td> </tr> <tr> <td>Polizei</td> <td>IIII</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>Floating Car Data</td> <td></td> <td>IIII</td> </tr> <tr> <td>Sensoren</td> <td>IIII</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>Video</td> <td>II</td> <td>III</td> </tr> <tr> <td>Betriebsleitzentrale</td> <td>IIII</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		JA	NEIN	registrierter Staumelder	IIII	I	zufälliger Staumelder	II	III	Polizei	IIII	I	Floating Car Data		IIII	Sensoren	IIII	I	Video	II	III	Betriebsleitzentrale	IIII	
	JA	NEIN																								
registrierter Staumelder	IIII	I																								
zufälliger Staumelder	II	III																								
Polizei	IIII	I																								
Floating Car Data		IIII																								
Sensoren	IIII	I																								
Video	II	III																								
Betriebsleitzentrale	IIII																									
22.	Wie werden die Informationsquellen bewertet und wie wird die Bewertung dokumentiert? (Stichprobe, Vergleich der Datenquellen, Methoden)	<p>registrierter Staumelder Der Staumelder hat einen entsprechenden Status in der Datenbank oder durch einen Vergleich mit historischen Meldungen und Statistikauswertungen.</p> <p>zufälliger Staumelder Vergleich mit anderer Quelle</p> <p>Polizei Vergleich mit anderer Quelle</p> <p>Vergleich mit historischen Meldungen und Statistikauswertungen</p> <p>Floating Car Data -</p> <p>Sensoren Vergleich mit anderer Quelle Vergleich mit historischen Meldungen und Statistikauswertungen Vergleich lokale Messung</p> <p>Betriebsleitzentrale, bei öV 100% von BLZ abhängig Vergleich mit anderer Quelle Vergleich mit historischen Meldungen und Statistikauswertungen Die automatischen Daten der öffentlichen Verkehrsmittel werden als sehr zuverlässig angesehen.</p>																								
23.	Gibt es eine Methode um die tatsächliche Verkehrs-/Betriebs-Situation festzustellen?	<p>Folgende Methoden wurden erwähnt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vergleich vor Ort - Kameras - ProSurf (SBB) - Polydrom 																								
	Vorgehen zur Bestimmung der Qualität																									
24.	Wird die Qualität der Verkehrsinformation bewertet? Falls ja, nach welchen Kriterien wird die Information beurteilt und wie gemessen? (Differenziert nach Meldungsinhalt, Zeck der Meldung, Qualitätsaspekt (Aktualität, Vollständigkeit, Richtigkeit))	<p>JA :IIII NEIN: II</p> <p>Umfragen</p> <p>Stichproben</p> <p>Feedbacks</p>																								
25.	Wo ist der Vergleich der Qualität sinnvoll?	<p>IIIIII Zwischen verschiedenen Dienst Anbietern?</p> <p>III Zwischen verschiedenen Quellen?</p> <p>IIII Zwischen verschiedenen Zeitperioden?</p> <p>Andere: Keine andere Nennungen</p>																								

	Merkmale der Qualität	
26.	Gibt es eine Vorgabe an das Qualitätslevel, respektive ein Vergleichslevel zur Prüfung der Qualität? (Art der Definition, Werte) Ist eine Differenzierung der Qualitätslevel nach Meldungstypen sinnvoll? Ist eine Differenzierung der Qualitätslevel nach örtlichen Kriterien (Art des Strassennetzes, innerorts/ausserorts, Strasse/ÖV etc.) sinnvoll?	JA: III NEIN: III III II II III Bemerkungen: Sehr unterschiedliche Antworten!
27.	Sind die heute verwendeten Begriffe zur Beschreibung der Verkehrsinformationen genügend Präzise um die Verkehrslage eindeutig zu beschreiben?	JA: III NEIN: II
28.	Ist ISO9000ff eine Hilfe zum Erreichen von Qualität in Verkehrsinformation?	JA: II NEIN: keine Nennung
29.	Welche Elemente von ISO9000ff sind für die Qualität der VI speziell relevant?	III Planung der Dienstleistung (Produktrealisierung) III Kundenbezogene Prozesse III Entwicklung II Beschaffung III (Produktion und) Dienstleistung I Lenkung von Überwachungs- und Messmitteln II Überwachung und Messung III Lenkung fehlerhafter Dienstleistungen (Produkte) III Datenanalyse III Verbesserungen III Dokumentierte Verfahren III Aufzeichnungen
	Optimierung der Qualität	
30.	Welches sind heute die Schwachpunkte bezüglich der Qualität von Verkehrsinformationen?	Sehr unterschiedliche Meinungen! Einige Antworten sind eher für die Verbesserung des Inhalts, andere eher für die Verbesserung der Aktualität. Als Hauptproblem wird genannt dass verschiedenen Datenquellen, respektive die verschiedenen Aufbereitungswege je Datenquelle schwer kombinierbar sind. In einem Fall wird die fehlende Zeit für die Kontrolle erwähnt
31.	Wie vital ist die Verbesserung der Qualität für die Verbreitung der Verkehrsinformation? (Konkurrenz, Preise, etc.)	I gar nicht II wenig III sehr
32.	Gibt es Methoden um den Qualitätsmassstab neuen Gegebenheiten anzupassen?	JA: III NEIN: I Bemerkungen: – neue Quellen – Kundenreaktionen

33.	Welche Methoden führen zu einer Verbesserung der Verkehrsinformationen?	III besserer Abgleich der Quellen IIIIII Erhöhung der Anzahl Quellen III Verbesserung der Aufbereitungsprozesse III Verbreitung (Frequenz, Kanäle) III Verbesserung der Informationsquellen durch IIII bessere Sensoren IIII bessere Instruktion + <i>Motivation</i> I weitere: Fachkenntnis
-----	---	---

Anforderungen an die Qualität in der Zukunft

34.	Wie viel Qualität ist in Zukunft sinnvoll?	Die bestmögliche Qualität soll erreicht werden, wobei der Aufwand und Nutzen beim Kunden stimmen muss.
35.	Wie kann ein Anreiz geschaffen werden, die Qualität zu verbessern? (z.B. Konkurrenz, Zertifizierung, etc.)	Folgende Antworten wurden genannt: – Unternehmensziel – Zertifizierung (durch wen?) – Konkurrenz – Kundenzufriedenheit – erhöhter Nutzen Kundschaft
36.	Was hat die Verkehrsentwicklung für einen Zusammenhang mit den Qualitätsansprüchen?	mehr Verkehr → mehr Behinderung → Bedürfnis an qualitativ hochwertigen Informationen steigt. Erhaltung der Mobilität Bessere Nutzung Verkehrsnetz immer mehr Kunden, welche informiert werden müssen (richtig, zeitgerecht) Zufriedene Kunden -> mehr Kunden genauere Informationen
37.	Zukünftig werden die Ansprüche steigen: – gestiegene Nutzeransprüche – neue Einsatztechnologien (Flotten, dynamische Routen) – Qualitätsansprüche Geldgeber – Konkurrenz – neue Vertriebskanäle Welchen Einfluss hat dies auf die Ansprüche an die Qualität der Verkehrsinformationen?	Die Qualitätsansprüche an Aktualität, Inhalt, Richtigkeit und Vollständigkeit werden ebenfalls steigen.
38.	Welche neuen Möglichkeiten sind absehbar um die Qualität zu verbessern? (technisch, organisatorisch, etc.)	– Einsatz numerischer Quellen – weitere Automatisierung – Kamerabilder – Vernetzung → landesweites Datawarehouse – besseres einfacheres Handling – technisch schneller – Bessere Zusammenarbeit, Zentralisierung der Dienste, Doppelspurigkeiten eliminieren

Anhang C: Beispielrechnungen

Die nachfolgenden Beispielrechnungen dienen zur Veranschaulichung des in dieser Forschungsarbeit entwickelten Verfahrens. Alle dargestellten Situationen sind fiktiv. Die Gewichtungswerte werden aus ihren Bestimmungsgrössen hergeleitet, aber die für die Bestimmungsgrössen eingesetzten Werte sind weitgehend willkürlich. Die Beispielrechnungen benutzen die erste Genauigkeitsstufe.

Beispiel 1: Falschfahrer

Gewichtung

Gemäss Anhang A ist die Gewichtung gegeben durch die Formel (der Index FF steht für Falschfahrer):

$$G_{FF,VS} = U_{FF} \cdot S_{FF} \cdot R_{FF}$$

U_{FF} ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fahrzeug, welches auf einen Falschfahrer trifft, mit diesem in einen Unfall verwickelt wird. Für seine Abschätzung werden folgende Bestimmungsgrössen verwendet:

A_{FF} : Anzahl Unfälle mit Falschfahrern in der Schweiz pro Jahr. Diese Zahl wird aus der jährlichen Unfallstatistik ermittelt als die Anzahl Begegnungsunfälle auf Autobahnen. Für das Jahr 2002 sind dies 12. Für eine höhere Genauigkeit müssten Durchschnittswerte über mehrere Jahre beizogen werden.

H_{FF} : Häufigkeit von Falschfahrern in der Schweiz pro Jahr. Nach einer groben Abschätzung durch Experten innerhalb der Forschungsstelle dürften es ca. 360 sein. Ermitteln liesse sich der Wert durch die Installation von Einrichtungen zur Falschfahrer-Überwachung auf einzelnen Autobahnabschnitten und durch das Hochrechnen aufgrund von Falschfahrermeldungen (unter der Annahme, dass die Dunkelziffer keine wesentlichen örtlichen Häufungen aufweist).

D_{FF} : Durchschnittliche Dauer, während der ein Falschfahrer auf der Autobahn ist. Nach einer groben Schätzung durch Experten der Forschungsstelle wird ein Wert von 10 Minuten eingesetzt. Eine genauere Zahl würde sich aus der Analyse von Meldungen zu Falschfahrern ergeben (zurückgelegte Strecke und Annahme einer durchschnittlichen Geschwindigkeit).

V_{FF} : Durchschnittlicher Verkehrsfluss im Bereich von Falschfahrern. Die Experten der Forschungsstelle gehen von ca. 7 Fahrzeugen pro Minute aus, was einem sehr moderaten Verkehrsaufkommen auf einer Autobahn entspricht, wie es für Situationen mit Falschfahrern typisch ist. Wiederum würde eine genauere Analyse von Situationen mit Falschfahrern einen besseren Wert liefern.

Aus diesen Bestimmungsgrössen ergibt sich:

$$U_{FF} = \frac{A_{FF}}{2 \cdot H_{FF} \cdot D_{FF} \cdot V_{FF}} = \frac{12}{2 \cdot 360 \cdot 10 \cdot 7} = 0,0002381$$

Der Faktor 2 im Nenner ergibt sich dadurch, dass der Falschfahrer den übrigen Fahrzeugen entgegenfährt. Unter der Annahme, dass er ungefähr die gleiche Geschwindigkeit hat, wie diese, verdoppelt sich die Anzahl pro Zeiteinheit begegneter Fahrzeuge gegenüber der Anzahl an einem festen Punkt vorbeifahrender.

S_{FF} sind die durchschnittlichen Kosten von Unfällen mit Falschfahrern. In ihrer Untersuchung zu Unfallkosten im Strassenverkehr gibt EcoPlan (1998) folgende Kosten an:

- ▶ Todesopfer: CHF 3'300'000
- ▶ Schwerverletzter: CHF 291'900
- ▶ Leicht verletzter: CHF 31'100

Gemäss der Auswertung der Unfallstatistik 2002 ergaben sich für die erwähnten Begegnungsunfälle auf Autobahnen 7 Tote, 6 Schwerverletzte und 19 Leichtverletzte. Dies ergibt pro Unfall durchschnittlich Kosten von Fr. 2'120'000. Eine genauere Abschätzung müsste wiederum mehrere Jahre berücksichtigen.

R_{FF} ist der Anteil der Unfälle, welche vermieden werden kann, wenn die auf den Falschfahrer auftreffenden Fahrzeuge über den Falschfahrer informiert sind. Die Experten der Forschungsstelle schätzen ihn auf 0,5.

Damit ergibt sich

$$G_{FF,VS} = 0,0002381 \cdot 2'120'000 \cdot 0,5 \text{ Fr.} = 252 \text{ Fr.}$$

Die Gewichtung gibt den durchschnittlichen Wert an, den das Informiert-Sein eines auf einen Falschfahrer treffenden Fahrzeuges hat. Nicht berücksichtigt, weil schwer abzuschätzen, wurde hier der Wert der Information für den Falschfahrer selber.

Maximale Wirkung und Wirkungsdifferenz

Angenommen, ein Falschfahrer wird mit einem von der Erfassung der Verkehrsinformation unabhängigen System registriert. Es genügt, wenn dieses System Aufzeichnungen nachträglich auswertet, zum Beispiel Videoaufzeichnungen oder Sequenzen von hochauflösenden Satellitenbildern. Es wird festgestellt, dass der Falschfahrer 8 Minuten auf der Autobahn ist und ihm dabei $N_{8ff} = 105$ Fahrzeuge entgegenkommen. Der Beitrag dieser Gefahrenstelle zur maximalen Wirkung ist demnach (vgl. Anhang A)

$$T_{ff,VS \max} = G_{FF,VS} \cdot N_{8ff} = 26'460 \text{ Fr.}$$

Angenommen, die Verkehrsmeldung zum Falschfahrer wurde mit einer Verzögerung von 5 Minuten verbreitet. Dann ergibt sich ein Beitrag zur Wirkungsdifferenz von

$$T_{ff,VS \text{ diff}} = G_{FF,VS} \cdot N_{5ff} = 16'537 \text{ Fr.}$$

Würde die Qualität des Verkehrsinformations-Dienstes nur an dieser einen Meldung gemessen, so ergäbe sich ein Qualitätswert von

$$Q = 1 - \frac{T_{ff,VS \text{ diff}}}{T_{ff,VS \max}} = 0,375$$

Beispiel 2: Stau

In diesem Beispiel wird nur der Aspekt der Transporteffizienz berücksichtigt.

Gewichtung

Gemäss Anhang A ergibt sich die Gewichtung in der ersten Genauigkeitsstufe gemäss der Formel

$$G_{s,TE} = \frac{k_{SV} \cdot C_{St}}{2}$$

k_{SV} : Wert für die Zeitkosten im Strassenverkehr. Untersuchungen auf der Basis der Stated Preference Methode ergeben einen realistischen Wert von Fr. 22/h.

c_{St} : Ausweichhäufigkeitskoeffizient für Stau. Dieser setzt sich zusammen aus einem Koeffizient für räumliches Ausweichen, einem für zeitliches Ausweichen und einem für den Umstieg auf einen anderen Verkehrsmodus:

$$c_{St} = c_R + c_Z + c_M$$

c_R : Ausweichhäufigkeitskoeffizient für räumliches Ausweichen. Nach einer Abschätzung durch Experten der Forschungsstelle wird hier der Wert 0,3 /h eingesetzt. Ein genauerer Wert ergibt sich durch Verkehrssimulationen.

c_Z : Ausweichhäufigkeitskoeffizient für zeitliches Ausweichen. Nach einer Abschätzung durch Experten der Forschungsstelle wird hier der Wert 0,1 /h eingesetzt. Ein genauerer Wert ergibt sich durch Befragungen von Verkehrsteilnehmern (Stated Preference Methode).

c_M : Ausweichhäufigkeitskoeffizient für Ausweichen auf ÖV. Nach einer Abschätzung durch Experten der Forschungsstelle wird hier der Wert 0,03 /h eingesetzt. Ein genauerer Wert ergibt sich durch Befragungen von Verkehrsteilnehmern (Stated Preference Methode).

Aus diesen Bestimmungsgrössen ergibt sich:

$$G_{s,TE} = \frac{22 \cdot (0,3 + 0,1 + 0,03)}{2} = 4,73 \text{ Fr. /h}^2$$

Maximale Wirkung und Wirkungsdifferenz

Angenommen, ein Stau auf einer Autobahn hat 2500 betroffene Fahrzeuge, welche im Durchschnitt einen Zeitverlust von 45 Minuten haben. Dies ergibt für die maximale Wirkung

$$T_{s,TE \max} = G_{s,TE} \cdot N \cdot a_s^2 = 4,73 \cdot 2500 \cdot 0,75^2 = 6'651 \text{ Fr.}$$

Angenommen, durch verspätete Meldung des Staus und Ungenauigkeiten im angegebenen Ausmass haben 1000 der betroffenen Fahrzeuge im Durchschnitt eine um 10 Minuten zu kurze Angabe der Verlustzeit gegenüber der tatsächlich vorliegenden, und durch die zu späte Meldung der Auflösung und ebenfalls Ungenauigkeiten im angegebenen Ausmass haben 750 der betroffenen Fahrzeuge im Durchschnitt eine um 13 Minuten zu lange Angabe der Verlustzeit gegenüber der tatsächlich vorliegenden. Dies ergibt für die Wirkungsdifferenz:

$$T_{s,TE \text{ diff}} = G_{s,TE} \cdot (N_1 \cdot \Delta a_1^2 + N_2 \cdot \Delta a_2^2) = 4,73 \cdot (1000 \cdot 0,167^2 + 750 \cdot 0,217^2) = 63 \text{ Fr.}$$

Würde die Qualität des Verkehrsinformations-Dienstes nur an dieser einen Meldung gemessen, so ergäbe sich ein Qualitätswert von

$$Q = 1 - \frac{T_{s,TE \text{ diff}}}{T_{s,TE \max}} = 0,9905$$

Anhang D: Normentwurf



Qualitätsermittlung der Verkehrsinformation

Ermittlungsverfahren und Bewertung

INHALTSVERZEICHNIS	Seite	TABLE DES MATIÈRES	Page
A Allgemeines	4	A Généralités	4
1 Geltungsbereich	4	1 Domaine d'application	4
2 Gegenstand	4	2 Objet	4
3 Zweck	4	3 But	4
4 Begriffe	5	4 Définitions	5
4.1 Abschnitt	5	4.1	5
4.2 Ausmass	5		
4.3 Ereignis	5		
4.4 Gefahrenstelle	5		
4.5 Gegebenheit	5		
4.6 Informationsanspruch	5		
4.7 Informationsquelle	5		
4.8 Monetarisierung	5		
4.9 Qualität eines Informationssystems	5		
4.10 Qualitätslevel	5		
4.11 Qualitätsmass	5		
4.12 Sachlage	5		
4.13 Status	6		
4.14 Störung	6		
4.15 Transporteffizienz	6		
4.16 Verkehrsinformation	6		
4.17 Verkehrsmeldung	6		
4.18 Verkehrsnetz	6		
4.19 Verkehrssicherheit	6		
4.20 Verlauf	6		
4.21 Wirkung von Verkehrsinformation	6		
4.22 Zeitverlust	6		
B Vorbereitung	7	B	7
5 Festlegen des Untersuchungsgegenstandes	7		
5.1 Vorgehen	7		
5.2 Art der Untersuchung	7		
5.3 Informationsquellen Verkehrsinformation	7		
5.4 Genauigkeitsstufe	8		
5.5 Informationsanspruch	8		
6 Bestimmung der Probengrösse	9		
6.1 Vorgehen	9		
6.2 Untersuchungsgebiet	10		
6.3 Dichte der Erfassung	10		

7	<i>Kalibrierung</i>	10		
	7.1 Vorgehen	10		
	7.2 Kalibrierungsgrößen	11		
	7.3 Grösse der Kalibrierungsprobe	11		
C	Ermittlung der Qualitätswerte	11	C	11
8	<i>Werte zur effektiven Situation</i>	11		
	8.1 Vorgehen	11		
	8.2 Gegebenheitstyp	7		
	8.3 Betroffene	7		
	8.4 Anfang und Ende	7		
	8.5 Ortsreferenzierung	7		
	8.6 Bedingungen	7		
	8.7 Ausmass	7		
9	<i>Werte zu den Verkehrsinformationen</i>	11		
	9.1 Vorgehen	7		
	9.2 Zuordnung Gegebenheitstyp	7		
	9.3 Bestimmung der Ortsreferenzierung	7		
	9.4 Zeitliche Gültigkeit			
	9.5 Bestimmung des Ausmasses			
D	Qualitätsberechnung	9	D	9
10	<i>Transporteffizienz</i>	9		
	10.1 Vorgehen	7		
	10.2 Maximal erzielbare Wirkung in der ersten Genauigkeitsstufe	7		
	10.3 Maximal erzielbare Wirkung in der zweiten Genauigkeitsstufe	7		
	10.4 Wirkungsdifferenz in der ersten Genauigkeitsstufe	7		
	10.5 Wirkungsdifferenz in der zweiten Genauigkeitsstufe	7		
11	<i>Verkehrssicherheit</i>	11		
	11.1 Vorgehen	7		
	11.2 Maximal erzielbare Wirkung in der ersten Genauigkeitsstufe	7		
	11.3 Maximal erzielbare Wirkung in der zweiten Genauigkeitsstufe	7		
	11.4 Wirkungsdifferenz in der ersten Genauigkeitsstufe	7		
	11.5 Wirkungsdifferenz in der zweiten Genauigkeitsstufe	7		
	11.6 Falscher Gegebenheitstyp	7		
	11.7 Falscher Ort	7		
12	<i>Zusammenzug</i>	11		
	12.1 Vorgehen	7		
	12.2 Prognosen	7		
	12.3 Berechnung des Qualitätswertes	7		
	12.4 Bestimmung des Qualitätslevels	7		
E	Qualitätsbewertung	17	E	17
13	<i>Sensitivitätsanalyse</i>	12		
	13.1 Vorgehen	14		
	13.2 Sensitivitätskriterien	7		
14	<i>Bestimmung des Verbesserungspotentials</i>	12		
15	<i>Qualitätsbericht</i>	14		
	15.1 Vorgehen	7		
	15.2 Allgemeine Angaben	14		
	15.3 Qualitätswerte und Qualitätslevel	15		
	15.4 Vorbehalte	15		
	15.5 Empfehlungen	15		
F	Literaturverzeichnis	17	F Bibliographie	17

Anhang
xxx:
yyy

17

Annexe

17

A Allgemeines**1 Geltungsbereich**

Diese Norm gilt für Verkehrsinformationen.

2 Gegenstand

Gegenstand der Norm sind Qualitätsbewertungen von Verkehrsinformation auf unterschiedlichen Stufen der Informationsbearbeitung durch Vergleich der gelieferten Information mit der tatsächlichen Situation vor Ort. Die Qualitätsbewertung erfolgt durch die Ermittlung eines Qualitätsmasses auf der Basis eines Bewertungsmodells für die durch die Verkehrsinformation ausgelösten Wirkungen in den Bereichen Transporteffizienz und Verkehrssicherheit.

Nicht Gegenstand der Norm ist:

- Die Qualität der Darstellung der Verkehrsinformation;
- Die Qualität der aus dem Verkehrsmanagement stammenden Informationen wie zum Beispiel der Verkehrsempfehlungen;
- Die Bewertung des Verbreitungsgrades von Verkehrsinformation und der damit verbundenen Wirkungen.

3 Zweck

Die Norm hat folgende Zwecke:

- Identifizierung von Verbesserungspotentialen im Bearbeitungsprozess der Verkehrsinformation;
- Ermöglichen des Vergleichs unterschiedlicher Quellen von Verkehrsinformation bezüglich Qualität;
- Ermöglichen der Bewertung des durch einen Bearbeitungsschritt von Verkehrsinformation erzeugten Mehrwertes.

A Généralités**1 Domaine d'application****2 Objet****3 But**

4	<i>Begriffe</i>	4	<i>Définitions</i>
4.1	Abschnitt Siehe [1].	4.1	Voir [1].
4.2	Ausmass Siehe [1].	4.2	Voir [1].
4.3	Ereignis Siehe [1].	4.3	Voir [1].
4.4	Gefahrenstelle Gegebenheit im Strassennetz, welche eine Herabsetzung der Verkehrssicherheit bewirken kann.	4.4	
4.5	Gegebenheit Besonderheit in der Verkehrssituation, welche die Verbreitung einer entsprechenden Verkehrsinformation auslösen sollte. Gegebenheiten entsprechen einem Gegebenheitstyp, welcher auf eine Sachlage abbildbar ist. Mehrere Gegebenheitstypen können auf die gleiche Sachlage abgebildet werden.	4.5	
4.6	Informationsanspruch Durch den Anbieter von Verkehrsinformation festgelegte, dauerhaft gültige Kriterien, mit denen dieser die Verbreitung seiner Verkehrsinformation in dem Sinn beschränkt, dass nur den Kriterien entsprechende Verkehrsinformationen von ihm erwartet werden können.	4.6	
4.7	Informationsquelle Stelle, von der die für die Bestimmung des Qualitätsmasses wesentlichen Parameterwerte bezogen werden.	4.7	
4.8	Monetarisierung Zuordnung von Geldwerten zu Wirkungen so, dass mit diesem Geld die Wirkung ausgeglichen bzw. abgegolten werden kann.	4.8	
4.9	Qualität eines Informationssystems Die Qualität eines Informationssystems ergibt sich aus dem Vergleich der durch das System abgegebenen Information mit der von ihm aufgrund der gegebenen Situation erwarteten Information, eingeschränkt auf den vorgegebenen Informationsanspruch und bezüglich der Wirkung in der vorgesehenen weiteren Verwendung.	4.9	
4.10	Qualitätslevel Vorgegebener Wertebereich des Qualitätsmasses. Jeder Qualitätslevel hat eine Nummer.	4.10	
4.11	Qualitätsmass Zuordnung eines Zahlenwertes zu einer festgestellten Qualität mit der Eigenschaft, dass der Wert für bessere Qualität höher ist.	4.11	
4.12	Sachlage Siehe [1].	4.12	

4.13 Status	4.13
<p>Gegebenheit, welche ausser ihrem Beginn und Ende keine für die Wirkung von Verkehrsinformation wesentlichen Veränderungen erfährt. Ob es sich bei einer Gegebenheit um einen Status handelt, ist allein vom Gegebenheitstyp abhängig.</p>	
4.14 Störung	4.14
<p>Gegebenheit im Verkehrsnetz, welche eine Verminderung der Transporteffizienz bewirken kann.</p>	
4.15 Transporteffizienz	4.15
<p>Eigenschaft der auf einem Verkehrsnetz oder einem Teil davon durchgeführten Transporte, welche beschreibt, in welchem Verhältnis der Umfang der Transporte zu dem für sie benötigten Aufwand steht. Der Aufwand schliesst alle spezifisch für die betrachteten Transporte anfallenden Kosten ein, wie auch Zeitkosten der zu transportierenden Personen oder Güter, nicht aber externe Kosten.</p>	
4.16 Verkehrsinformation	4.16
<p>Siehe [1].</p>	
4.17 Verkehrsmeldung	4.17
<p>Siehe [1].</p>	
4.18 Verkehrsnetz	4.18
<p>Statische, allgemein zugängliche Infrastruktur, auf welcher Transporte abgewickelt werden. Hier betrachtet werden nur das Strassennetz und das Netz des öffentlichen Verkehrs (ÖV).</p>	
4.19 Verkehrssicherheit	4.19
<p>Eigenschaft der auf einem Verkehrsnetz oder Teil davon verkehrenden Fahrzeuge, welche beschreibt, wie sicher diese Fahrzeuge und die durch sie transportierten Personen und Güter vor Schäden durch Unfälle sind. Als Schäden berücksichtigt werden auch die Kosten zur Beseitigung von Unfallfolgen und die Verminderung der Transporteffizienz, welche durch einen Unfall verursacht wird.</p>	
4.20 Verlauf	4.20
<p>Gegebenheit, welche ein Ausmass hat, das sich zwischen ihrem Beginn und Ende verändern kann und einen Einfluss auf die Wirkung von entsprechender Verkehrsinformation ausübt.</p>	
4.21 Wirkung von Verkehrsinformation	4.21
<p>Gesamtheit der durch Verkehrsinformation oder das Ausbleiben von Verkehrsinformation bei den Verkehrsteilnehmern erzeugten Effekte.</p>	
4.22 Zeitverlust	4.22
<p>Durch eine Störung verursachte Zunahme der Zeit für die Abwicklung der von der Störung betroffenen Transporte.</p>	

B	Vorbereitung	B
5	<i>Festlegen des Untersuchungsgegenstandes</i>	5
5.1	Vorgehen	5.1
	<p>Vor Beginn einer Qualitätsermittlung ist je nach konkretem Zweck der Ermittlung der Untersuchungsgegenstand unterschiedlich festzulegen. Festlegungen sind erforderlich bezüglich folgender Aspekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Art der Untersuchung (siehe Kapitel 5.2); • Die in die Ermittlung einzubeziehende Quelle oder Quellen der Verkehrsinformation (siehe Kapitel 5.3); • Die Genauigkeitsstufe (siehe Kapitel 5.4); • Der Informationsanspruch (siehe Kapitel 5.5). 	
5.2	Art der Untersuchung	5.2
	<p>Einzeluntersuchung: Diese Art der Untersuchung kommt zur Anwendung, wenn es darum geht, das Verbesserungspotential der Verkehrsinformation zu identifizieren. Untersucht wird die Verkehrsinformation aus einer Informationsquelle (siehe Kapitel 5.3). Festzulegen ist bei einer Einzeluntersuchung, bezüglich welcher Kriterien nach einem Verbesserungspotential gesucht werden soll. Mögliche Kriterien sind unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Messmethode für die Attribute der Verkehrsinformation; • Die Plausibilisierungsmethode; • Der Informationslieferant oder der Typ des Informationslieferanten. Dies bezieht sich sowohl auf Personen oder Institutionen, welche Verkehrsinformation liefern (private Staumelder, Polizei etc.) als auch auf Typen von Sensoren bei automatisch erfasster Verkehrsinformation. <p>Vergleichsuntersuchung: Diese Art der Untersuchung kommt zur Anwendung, wenn die Verkehrsinformation aus verschiedenen Quellen zu vergleichen ist. Untersucht werden demnach mehrere Informationsquellen. Eine Vergleichsuntersuchung ist durch eine Stelle auszuführen, welche von allen Verantwortlichen für die einbezogenen Informationen unabhängig ist.</p> <p>Differenzuntersuchung: Diese Art der Untersuchung kommt zur Anwendung, wenn der Mehrwert eines oder mehrerer Bearbeitungsschritte bezüglich Qualität untersucht werden soll. Untersucht wird eine Informationsquelle im Vergleich zu einer oder mehreren vorgelagerten Informationsquellen. Möglich sind auch Kombinationen dieser Arten der Untersuchung. Es sind alle Kriterien für die einbezogenen Arten zu erfüllen.</p>	
5.3	Informationsquellen Verkehrsinformation	5.3
	<p>Bearbeitungsschritte für Verkehrsinformation sind Prozesse, deren Resultat in Echtzeit abgegebene Verkehrsinformation ist. Zwei Bearbeitungsschritte sind verknüpft, wenn die vom ersten Bearbeitungsschritt abgegebene Verkehrsinformation im Prozess des zweiten Bearbeitungsschrittes verwendet wird. Eine Bearbeitungskette ist eine Folge verknüpfter Bearbeitungsschritte. Jeder Bearbeitungsschritt kann eine Informationsquelle für Verkehrsinformation sein. Es sind alle vom Bearbeitungsschritt abgegebenen Verkehrsinformationen zu berücksichtigen. Für Vergleichsuntersuchungen dürfen die Informationsquellen nicht durch eine Bearbeitungskette verknüpft sein und es dürfen für zwei einbezogene Informationsquellen</p>	

die Informationslieferanten nie vollständig übereinstimmen.

Für Differenzuntersuchungen müssen die vorgelagerten Informationsquellen alle über Bearbeitungskette mit der einen Informationsquelle verknüpft sein, und aus allen zur einen Informationsquelle führenden Bearbeitungsketten muss eine Informationsquelle einbezogen werden.

5.4 Genauigkeitsstufe

5.4

Die erste Genauigkeitsstufe erlaubt eine Qualitätsabschätzung ohne grossen Aufwand und ohne genaue Kenntnis der Bedingungen bezüglich der untersuchten Gegebenheiten.

Die zweite Genauigkeitsstufe setzt einen höheren Aufwand und genauere Kenntnis von Bedingungen voraus und ergibt eine Qualitätsbestimmung hoher Genauigkeit. Grundlage bildet eine detaillierte Auswertung verfügbarer statistischer Daten bezüglich der Gegebenheiten, welche Untersuchungsgegenstand sind. Im Bereich Transporteffizienz basiert die zweite Genauigkeitsstufe auf der Verwendung von Verkehrsmodellen.

Resultate, welche in unterschiedlicher Genauigkeitsstufe ermittelt wurden, sind nicht vergleichbar. Bei mehreren in die Ermittlung einbezogenen Informationsquellen ist für alle Informationsquellen die gleiche Genauigkeitsstufe zu verwenden.

5.5 Informationsanspruch

5.5

Der Informationsanspruch ist durch den Anbieter der Verkehrsinformation, d.h. durch den Verantwortlichen für den Bearbeitungsschritt, welcher als Informationsquelle dient, festzusetzen. Er muss den Abnehmern der Verkehrsinformation bekannt sein.

Falls ein Anbieter den Informationsanspruch nicht vorgängig festgelegt hat, kann er dies in der Vorbereitung der Qualitätsermittlung tun. Dieser Informationsanspruch soll dann aber über den Zeitraum der Qualitätsermittlung hinaus gelten. Die Formulierung eines Informationsanspruches nur für die Qualitätsermittlung ist nicht zulässig.

Verzichtet der Anbieter auf die Festlegung eines Informationsanspruches, dann gibt es bezüglich Informationsanspruch keine Einschränkungen. Es werden dann alle Gegebenheiten der Gegebenheitstypen gemäss dieser Norm (siehe Kapitel 8.2) in der ganzen Schweiz auf allen Strassen und allen ÖV-Kursen einbezogen.

Der Anbieter der Verkehrsinformation ist in der Formulierung des Informationsanspruches frei. Zu seiner Unterstützung sind nachfolgend sinnvolle Kategorien aufgeführt, in welchen der Informationsanspruch ausgedrückt werden kann.

Abgedecktes Gebiet: Angabe für welchen geographischen Bereich Verkehrsinformation geliefert wird.

Verkehrsträger: Privatverkehr, Öffentlicher Verkehr oder beide Verkehrsträger.

Teilnetz des Strassennetzes: Einschränkungen können formuliert werden bezüglich Strassenklassen, Strassenausstattung (vier- und mehrspurig, richtungsgetreunt etc.), Strassenbetreiber (National-, Kantons-, Gemeindestrassen) oder verkehrliche Bedeutung (z.B. übergeordnetes Strassennetz, also National-Strassen, Hauptstrassen 1-30 sowie wichtige Verbindungsstrassen). Ebenfalls kann auf die im TMC-Location Code Schweiz codierten Strassen eingeschränkt werden.

Teilnetz öffentlicher Verkehr: Überregionaler Verkehr, Agglomerationsverkehr oder beide Teilnetze.

Einbezogene Meldungsinhalte: Möglich ist eine Auflistung der einbezogenen Meldungsinhalte nach den Sachlagen und gegebenenfalls zugeordneten Ursachen gemäss [1]. Sinnvoll kann eine Zusammenfassung entspre-

chend nachfolgenden Gruppen sein:

- Aktuelle Verkehrslage, d.h. Meldungen über Störungen oder Behinderungen des Verkehrsflusses. Die hauptsächlichsten Sachlagen sind Sperrungen, Staus oder stockender Verkehr.
- Strassenzustand d.h. der Einfluss des Wetters auf die Strassenoberfläche und Umgebung. Zugeordnete Sachlagen sind Behinderungen durch Wettereinflüsse, Sichtbeschränkungen, Kettenobligatorien und Wintersperren.
- Behinderungen durch Baustellen.
- Gegebenheitstypen aus dem Wirkungsbereich Transporteffizienz (siehe Kapitel 8).
- Gegebenheitstypen aus dem Bereich Verkehrssicherheit (siehe Kapitel 9).

Prognosen: Der Anbieter kann festlegen, ob er zu den aktuell gültigen und angekündigten Verkehrsinformationen auch Prognosen verbreitet, ob er Prognosen ausschliesst oder ob er sich nur auf Prognosen beschränkt.

Schwellenwerte: Der Anbieter legt für jeden Gegebenheitstyp fest, ob er sämtliche Gegebenheiten verbreitet oder ob er erst oberhalb eines bestimmten Ausmasses meldet.

Häufigkeit der Aufdatierung: Der Anbieter legt fest, zu welcher Zeit oder in welchen Zeitabständen er seine Dienste zur Verfügung stellt. Er kann die Häufigkeit der Aufdatierung für bestimmte Gegebenheitstypen festlegen und für andere Gegebenheitstypen (z.B. Falschfahrer) eine sofortige Verbreitung der Meldung vorsehen.

Maximalgültigkeit: Der Anbieter kann eine von den in diesem Dokument vorgegebenen Werten abweichende Maximalgültigkeit der Verkehrsinformation zu den verschiedenen Gegebenheitstypen festlegen.

Fahrzeugtypen: Motorisierter Individualverkehr, Schwerverkehr oder beide Typen.

6 Bestimmung der Probengrösse

6

6.1 Vorgehen

6.1

Die Qualitätsermittlung basiert auf dem Vergleich der tatsächlichen Situation mit ihrer Abbildung in der Verkehrsinformation. Der Aufwand, das gesamte Verkehrsgeschehen zur Ermittlung der Qualität aufzuzeichnen, wäre viel zu gross. Es ist deshalb eine passende Stichprobe von tatsächlichen Situationen zu wählen.

Um eine genügende Aussagekraft zu haben, muss die Probe eine passende Zahl von tatsächlichen Gegebenheiten umfassen. Die Probe muss bezüglich räumlicher und zeitlicher Verteilung sowie bezüglich Ausmass in der Beeinträchtigung des Verkehrsgeschehens repräsentativ sein.

In der Probe müssen genügend tatsächliche Gegebenheiten vorliegen. Welche Anzahl Gegebenheiten genügend ist, ergibt sich aus dem angestrebten Fehler der Qualitätsermittlung. Dieser Fehler soll zumindest kleiner sein als die Abweichung der erwarteten Qualitätszahl vom Wert 1. Das bedeutet, dass der Aufwand der Qualitätsermittlung mit der Höhe der erwarteten Qualitätszahl zunimmt.

(Zu ergänzen: Bezug zwischen Grösse der Probe und erwartetem Fehler)

Ausgehend von der vorgesehenen Grösse der Probe und dem vorgesehenen Untersuchungsgebiet sowie der Dichte der Erfassung ist mit Hilfe einer vorgängig bestimmten ungefähren Gegebenheits- bzw. Meldungsdichte (Anzahl zu erwartender tatsächlicher Gegebenheiten bzw. Verkehrsmeldungen pro Zeit) der Erfassungszeitraum festzulegen.

Falls die Art der Untersuchung mehrere Informationsquellen umfasst (siehe Kapitel 5.2), muss für jede dieser In-

formationsquellen eine genügende Grösse der Probe vorliegen.

Falls sich im Verlauf der Qualitätsermittlung zeigt, dass der Fehler der Qualitätsermittlung im Vergleich zur Abweichung der Qualitätszahl vom Wert 1 zu gross wird, dann ist der Erfassungszeitraum so auszudehnen, dass sich eine passende Grösse der Probe ergibt.

Durch die Konzentration auf meldungsrelevante tatsächliche Gegebenheiten würden Verkehrsmeldungen von der Ermittlung ausgeschlossen, welchen keine tatsächliche Gegebenheit entspricht. Um dies zu vermeiden, ist eine zweite Probe festzulegen, die tatsächliche Situationen ohne besondere Gegebenheiten umfasst.

Für die zweite Probe muss eine genügende Anzahl Stellen des Verkehrsnetzes im Untersuchungsgebiet über eine genügend lange Zeit permanent nur auf das Auftreten von Gegebenheiten hin überwacht werden.

Zur Bestimmung der Probengrösse für die zweite Probe ist von einer Annahme über den Anteil an Verkehrsmeldungen auszugehen, welchen keine tatsächliche Gegebenheit entspricht. Zudem ist die Meldungsdichte (Anzahl Meldungen pro Einheit der Ortsreferenzierung und pro Zeiteinheit) für die in die Untersuchung einbezogenen Informationsquellen zu bestimmen. Die Probengrösse ergibt sich dann nach der Formel ???.

6.2 Untersuchungsgebiet

6.2

Das Untersuchungsgebiet für eine Informationsquelle ist beschränkt durch das Gebiet, für welches diese Informationsquelle Verkehrsinformation liefert. Es ergibt sich aus dem Informationsanspruch (siehe Kapitel 5.5).

Falls die tatsächliche Situation nicht im gesamten Gebiet erfasst werden kann, also das Untersuchungsgebiet weiter eingeschränkt werden muss, dann ist die Repräsentativität bezüglich Verkehrsaufkommen und Schwerverkehrsanteil an diesem Aufkommen für das Gesamtgebiet, über welches Verkehrsinformation vorliegt, sicherzustellen.

Falls der Informationsanspruch weitere für das Untersuchungsgebiet relevante Einschränkungen enthält (z.B. bezüglich Strassennetz), dann ist auch bezüglich dieser Einschränkungen die Repräsentativität sicherzustellen.

6.3 Dichte der Erfassung

6.3

Die Dichte der Erfassung ergibt sich als das Produkt aus räumlicher Dichte und zeitlicher Dichte. Die Räumliche Dichte ist der Anteil der Strassenabschnitte bzw. ÖV-Linien, auf welchen die tatsächliche Situation erfasst wird, im Vergleich zu allen Strassenabschnitten bzw. ÖV-Linien des Untersuchungsgebietes.

Die zeitliche Dichte der Erfassung ergibt sich aus dem durchschnittlichen Anteil der Zeiten, zu welchen erfasst wird.

Die Dichte der Erfassung lässt sich erhöhen, wenn gezielt zu den Zeiten und an den Orten erfasst wird, zu welchen mit Gegebenheiten zu rechnen ist. Die Erhöhung erfolgt um einen Faktor, der sich aus dem Verhältnis der Gegebenheitshäufigkeit bei Erfassungen und der durchschnittlichen Gegebenheitshäufigkeit im Untersuchungsgebiet ergibt.

7 Kalibrierung

7

7.1 Vorgehen

7.1

Falls die Erfassung der tatsächlichen Situation nicht auf der Basis einer direkten Beobachtung vor Ort erfolgt, so ist die Erfassungsmethode anhand eines Vergleiches mit direkter Beobachtung vor Ort zu kalibrieren und es ist für

die verschiedenen Kalibrierungsgrößen der Kalibrationsfehler festzustellen.

Die Kalibrierung soll über den gesamten Bereich der Kalibrierungsgrößen erfolgen. Der Ort, an welchem kalibriert wird, kann innerhalb oder ausserhalb des Untersuchungsgebietes liegen. Die Verwendung von Kalibrierungen aus anderen Qualitätsermittlungen ist zulässig, sofern es sich um die gleiche Erfassungsmethode handelt.

Ist vorgesehen, für die Messungen Verkehrsbeobachter einzusetzen, müssen diese vorgängig in ihrer Aufgabe geschult werden und die Verlässlichkeit ihrer Erhebung ist durch Vergleichstests unter mehreren Verkehrsbeobachtern zu belegen.

Sämtliche für die Kalibrierung verwendeten Messwerte sind nach den üblichen Kriterien wissenschaftlicher Experimente aufzuzeichnen. Die Aufzeichnungen müssen über mindestens 10 Jahre erhalten bleiben.

7.2 Kalibrierungsgrößen

7.2

Bezüglich folgenden Größen ist zu kalibrieren:

- **Gegebenheitstyp:** Die Erfassungsmethode ist so einzurichten, dass mit der grössten erzielbaren Wahrscheinlichkeit der richtige Gegebenheitstyp erfasst wird. Die Wahrscheinlichkeit einer falschen Feststellung des Gegebenheitstyps ist für jede mögliche Kombination tatsächliche Gegebenheit - erfasste Gegebenheit als Kalibrationsfehler zu bestimmen.
- **Ausmass:** Die Erfassungsmethode ist so einzurichten, dass für Gegebenheitstypen mit Verläufen (siehe Kapitel 10) das Ausmass des Zeitverlustes möglichst genau wiedergegeben wird. Die Abweichung zwischen tatsächlichem und erfasstem Ausmass ist als Kalibrationsfehler zu bestimmen.
- **Anfang und Ende:** Die Erfassungsmethode ist so einzurichten, dass sich der Zeitpunkt des Anfangs und des Endes einer Gegebenheit möglichst genau feststellen lässt. Die Zeitabweichung zwischen tatsächlichem und erfasstem Anfang und Ende ist als Kalibrationsfehler zu bestimmen. Ebenso ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Gegebenheit erfasst wird, obwohl keine vorliegt, und die Wahrscheinlichkeit, dass eine Gegebenheit vorliegt aber nicht erfasst wird, für die unterschiedlichen Gegebenheitstypen als Kalibrationsfehler zu bestimmen.
- **Ortsbezug:** Die Erfassungsmethode ist so einzurichten, dass der von der Gegebenheit betroffene Strassenabschnitt bzw. die betroffenen Strassenabschnitte sich mit möglichst hoher Zuverlässigkeit bestimmen lassen. Die Wahrscheinlichkeit einer um einen Strassenabschnitt verschobenen Erfassung ist als Kalibrierungsfehler zu bestimmen.

7.3 Grösse der Kalibrierungsprobe

7.3

Die Grösse der Stichprobe, anhand derer die Kalibrierung durchgeführt wird, ist so zu wählen, dass die Kalibrierungsfehler im Vergleich zu dem angestrebten Fehler der Qualitätsermittlung klein sind (vgl. Kapitel 6).

C Ermittlung der Qualitätswerte

C

8 Werte zur effektiven Situation

8

8.1 Vorgehen

Entsprechend der festgelegten Probegrösse (siehe Kapitel 6) sind Beobachtungsorte innerhalb des Untersuchungsgebietes und Beobachtungszeiträume so auszuscheiden, dass sich eine genügend grosse Probe ergibt. Innerhalb der Beobachtungsorte und -zeiträume sind Gegebenheiten zu detektieren und für sie sind die für die Qualitätsbestimmung relevanten Werte vor Ort zu messen.

Im Bereich des öffentlichen Verkehrs grenzen sich Beobachtungsorte und Beobachtungszeiträume durch einbezogene ÖV-Kurse ab. Zusatzkurse sind einzubeziehen.

Im Bereich Strasse sind die Beobachtungsorte durch zusammenhängende Strassenabschnitte gegeben. Auf diesen ist zwischen vorgegebenen Anfangs- und Endzeiten zu beobachten.

Beobachtungsorte und Beobachtungszeiträume sind so zu wählen, dass die festgestellten Gegebenheiten der Anforderung der Repräsentativität (siehe Kapitel 6.1) entsprechen. So weit möglich sollen die Beobachtungsorte ein grösseres Gebiet abdecken als die darin festgestellten Gegebenheiten und die Beobachtungszeiträume sollen vor dem Beginn der Gegebenheiten anfangen und nach dem Ende der letzten Gegebenheit noch über eine angemessene Zeitspanne ausgedehnt werden.

Die Beobachtungsorte und Beobachtungszeiträume sind vollständig zu dokumentieren. Die Aufzeichnungen müssen über mindestens 10 Jahre erhalten bleiben.

Die Gegebenheiten sind nur insoweit zu berücksichtigen, als sie dem Informationsanspruch (siehe Kapitel 5.5) genügen.

Für Vergleichsuntersuchungen (siehe Kapitel 5.2) muss die Stelle, welche die Gegebenheiten auswählt und die Werte aufnimmt, von den Verantwortlichen für alle einbezogenen Informationsquellen unabhängig sein.

Zu folgenden Messgrössen sind Werte aufzuzeichnen:

- Gegebenheitstyp der festgestellten Gegebenheit (siehe Kapitel 8.2);
- Anzahl Betroffener (siehe Kapitel 8.3);
- Anfangs- und Endzeit der Gegebenheit (siehe Kapitel 8.4);
- Ortsreferenzierung (siehe Kapitel 8.5);
- Für einige Gegebenheitstypen in der zweiten Genauigkeitsstufe die Bedingungen im Umfeld der Gegebenheit (siehe Kapitel 8.6);
- Für einige Gegebenheiten das Ausmass (siehe Kapitel 8.6).

Für die Messungen zur zweiten Probe (siehe Kapitel 6.1) genügt es, Gegebenheitstyp, Anfangs- und Endzeit sowie die Ortsreferenzierung aufzuzeichnen.

Alle gemessenen Werte sind zu dokumentieren. Für jeden gemessenen Wert ist anzugeben, um welchen Messparameter es sich handelt, durch welche Messstelle er gemessen wurde und zu welcher Zeit bzw. in welchem Zeitintervall er gemessen wurde. Mit der Angabe zur Messstelle muss auch die Information aufgezeichnet sein, wo sich diese Messstelle befindet. Die Aufzeichnung kann zum Beispiel in Koordinaten (Landeskoordinaten, Länge/Breite in WGS84) bestehen. Für mobile Messstellen ist der Standort zur Zeit der Messung bzw. die gefahrene Strecke während der Messung anzugeben. Die Aufzeichnungen müssen über mindestens 10 Jahre erhalten bleiben.

Für Messstellen zur zweiten Probe ist zusätzlich anzugeben, welche Teile der relevanten Verkehrsnetze durch sie abgedeckt sind.

8.2 Gegebenheitstyp

Als Grundlage für die Definition der Gegebenheitstypen dient die Norm SN 671 921 [1]. Ein Gegebenheitstyp entspricht einer Sachlage oder einer der Sachlagen "Behinde-

8.1

8.2

rung", "Gefahr" oder "Sicht eingeschränkt" zusammen mit einer bestimmten Ursache.

Die Eigenschaften des Gegebenheitstyps entscheiden über die weiteren zu ermittelnden Werte. Die Eigenschaften sind in Tabelle ??? aufgeführt.

Im Verlauf einer Gegebenheit kann sich der Gegebenheitstyp ändern. Dann ist ab dem Zeitpunkt, zu welchem die Änderung eintritt, von einer neuen Gegebenheit auszugehen (vgl. [1]).

8.3 Betroffene

8.3

Für jede Gegebenheit ist die Anzahl Betroffener zu bestimmen.

Im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit ist die Anzahl Betroffener gegeben durch die Gesamtzahl vom Anfang bis zum Ende der Gegebenheit auf die Gefahrenstelle auffahrender Fahrzeuge. Falls keine Zählung dieser Fahrzeuge durchführbar ist, kann der geschätzte oder aufgrund von Verkehrsmodellen berechnete Verkehrsfluss auf dem betroffenen Strassenabschnitt mit der Dauer der Gegebenheit multipliziert werden.

Im Wirkungsbereich Transporteffizienz unterscheidet sich das Verfahren zur Bestimmung der Betroffenen nach der Genauigkeitsstufe.

In der ersten Genauigkeitsstufe sind die Betroffenen die mit der Störung direkt Konfrontierten:

- Für Gegebenheitstypen des öffentlichen Verkehrs sind die von der Störung betroffenen Kurse einzubeziehen und für sie sind die betroffenen Passagiere zu bestimmen. Falls die Kurse ganz oder teilweise nicht geführt werden, ist auf die Passagierzahlen vergleichbarer Kurse abzustellen. Bei Zusatzkursen ist die gesamte Passagierzahl dieser Kurse heranzuziehen. Bei Verspätungen und Linienumleitungen betroffen sind alle Passagiere, welche vom ersten Halt nach der Störstelle an bis zum letzten Halt des Kurses aus dem Kurs aussteigen, unabhängig davon, ob sie vor oder nach der Störstelle eingestiegen sind.
- Für Gegebenheitstypen der Gruppen Level of Service und Abfertigungen sind die Betroffenen die während der Dauer der Störung auf die Störstelle auffahrenden Fahrzeuge. Falls keine Zählung dieser Fahrzeuge durchführbar ist, kann der geschätzte oder aufgrund von Verkehrsmodellen berechnete Verkehrsfluss auf dem betroffenen Strassenabschnitt mit der Dauer der Gegebenheit multipliziert werden. Die Anzahl Betroffener kann irgendwo auf den Strassenabschnitten bestimmt werden, auf welchen die Störung vorliegt. Falls sie an mehreren Stellen bestimmt wird und sich unterschiedliche Werte ergeben, ist der Durchschnitt zu wählen.
- Für Gegebenheitstypen der Gruppe der Unterbrüche ist die Anzahl der durch den Unterbruch betroffenen Fahrzeuge nicht vor Ort bestimmbar, weshalb eine Abschätzung durch die aktuellsten bekannten Ganglinien (ausgewertet auf die Tageszeit und gegebenenfalls den Wochentag der Störung) bzw. DTV-Werte auf dem betroffenen Streckenabschnitt vorzunehmen ist.

In der zweiten Genauigkeitsstufe sind die Betroffenen alle Verkehrsteilnehmer, welche die Störstelle passieren würden, wenn die Störung nicht vorliegen würde. Die Bestimmung erfolgt in folgenden Schritten:

- Es werden Nachfragedaten (z.B. in Form von Quelle-Ziel-Matrizen) für die Verkehrsnachfrage (Fahrten im Fall von Störungen auf dem Strassennetz, Passagiere im Fall von Störungen im ÖV) für ein Gebiet beschafft, welches die Stör-

stelle und mögliche Alternativrouten mit umfasst. Die Nachfragedaten sollten spezifische Werte für die verschiedenen Tageszeiten und Wochentage enthalten. Sie ergeben sich zum Beispiel aus früheren Verkehrserhebungen.

- Die Nachfragedaten werden soweit möglich durch Umlegung auf Routen mittels eines Verkehrsmodells und durch Abgleich mit Daten aus Verkehrszählungen auf die aktuellen Bedingungen zur Zeit der Störung angepasst.
- Aus den Nachfragedaten werden diejenigen nachgefragten Transporte herausgefiltert, welche ohne Störung eine Route wählen würden, welche zur Zeit der Störung bei der Störstelle vorbeiführt. Soweit unter diesen Transporten Gruppen bestehen mit ähnlichem Ausgangs- und Zielpunkt sowie einer ähnlichen Zeit, zu welcher sie die Störstelle passieren würden, werden im weiteren Verfahren diese Gruppen beigezogen, sonst die Einzeltransporte.
- Für jeden herausgefilterten Transport bzw. jede Gruppe von Transporten wird Ausgangs- und Zielpunkt, der Zeitpunkt, zu dem er bzw. sie die Störstelle passieren würde sowie bei Gruppen die Anzahl der Fahrzeuge aufgezeichnet. Diese Transporte bzw. Gruppen von Transporten bilden die Betroffenen.

Falls die Gegebenheit im Bereich Strasse spezielle Fahrzeugtypen betrifft, ist die Anzahl Betroffener mit einem Korrekturfaktor für den Anteil dieses Fahrzeugtyps am gesamten Verkehrsaufkommen bei der Störstelle zu multiplizieren. Sofern der Anteil nicht bestimmbar ist, können die Durchschnittswerte gemäss Tabelle ??? verwendet werden.

8.4 Anfang und Ende

8.4

Für jede Gegebenheit ist der Zeitpunkt des Anfangs und des Endes aufzuzeichnen.

Falls der Informationsanspruch (siehe Kapitel 5.5) beinhaltet, dass Gegebenheiten des zutreffenden Typs erst ab einem bestimmten Schwellenwert gemeldet wird, dann ist der Anfangszeitpunkt derjenige, zu dem der Schwellenwert überschritten wird und der Endpunkt derjenige, zu dem er wieder unterschritten wird.

Tritt die Gegebenheit mehrmals hintereinander auf bzw. wird der Schwellenwert mehrmals wechselweise über- und unterschritten, dann ist dies als eine Serie einzelner Gegebenheiten zu betrachten.

8.5 Ortsreferenzierung

8.5

Für jede Gegebenheit ist die Ortsreferenzierung herzustellen.

Im Bereich Strasse sind die von der Gefahrenstelle bzw. Störung betroffenen Strassenabschnitte sowie die betroffene Fahrtrichtung aufzuzeichnen. Falls sich die Gefahrenstelle bzw. Störung in ihrer Lage verändert, sind für jeden Strassenabschnitt jeweils Anfangs- und Endzeit des Zeitintervalls aufzuzeichnen, während dem er betroffen ist.

Im Bereich ÖV sind die von der Störung betroffenen Kurse aufzuzeichnen. Falls alle Kurse bestimmter Linien betroffen sind, können statt den Kursen die betroffenen Linien aufgezeichnet werden.

Bei Verspätungen ist zusätzlich aufzuzeichnen, ab welcher Haltestelle die Störung vorliegt. Es handelt sich um diejenige Haltestelle, bei der in der Ankunft des Kurses erstmals der Zeitverlust auftritt.

Bei Linienunterbrüchen ist, sofern die Linie teilweise noch bedient wird, zusätzlich die letzte noch bediente Haltestel-

le aufzuzeichnen.

Bei Linienumleitungen ist zusätzlich die letzte noch normal bediente Haltestelle und die erste wieder bediente Haltestelle aufzuzeichnen.

Bei Zusatzkursen ist die erste und letzte Haltestelle aufzuzeichnen, welche durch den Kurs bedient werden, sowie die Abfahrtszeit bei der ersten Haltestelle.

8.6 Bedingungen

8.6

Im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit sind, falls die zweite Genauigkeitsstufe gewählt wurde (siehe Kapitel 5.4), die besonderen Umstände bei der Gefahrenstelle aufzuzeichnen, welche auf die Wahrscheinlichkeit oder das Ausmass eines möglichen Unfalls Einfluss haben können. Solche Umstände können sein:

- Gebietstyp, d.h. ausserorts und innerorts;
- Strassentyp, insbesondere Autobahn, richtungsgrenzte Strasse, Strasse mit Gegenverkehr, Einbahnstrasse;
- Fahrstreifentyp, d.h. Strasse mit einem Fahrstreifen in die relevante Fahrtrichtung oder Strasse mit mehreren Fahrstreifen in die relevante Fahrtrichtung;
- Strassenausprägung, insbesondere offene Strecke, enge Kurven, Kuppen, Kreuzungen, Ein-/Ausfahrten;
- Sichtverhältnisse, insbesondere klare Sicht, Dunkelheit, Blendwirkungen, Nebel, Regen, Schneefall;
- Strassenverhältnisse, insbesondere nasse Strasse, schneebedeckte Strasse, Glatteis.

8.7 Ausmass

8.7

Im Wirkungsbereich der Transporteffizienz ist als Ausmass der Störungen der durch sie entstehende Zeitverlust aufzuzeichnen.

Bei der Gruppe der Unterbrechungen ergibt sich der Zeitverlust aus der zusätzlichen Fahrzeit für die kürzeste lokale Umfahrungsmöglichkeit der unterbrochenen Strecke. Diese kann für beide Fahrtrichtungen unterschiedlich sein. Falls sie nicht explizit vor Ort zu bestimmen ist, kann sie mit Hilfe eines Routing-Werkzeugs bestimmt werden.

Bei den Gruppen des Level of Service und der Abfertigungen ist mit mehreren Messungen vor Ort der Verlauf des Zeitverlustes aufzuzeichnen. Falls zur Messung des Zeitverlustes keine passenden Messeinrichtungen zur Verfügung stehen, kann alternativ die Länge der Störstelle ermittelt und daraus der Zeitverlust abgeleitet werden. Für die Gruppe des Level of Service sind dabei, falls keine genaueren Werte vor Ort bestimmbar sind, die Umrechnungswerte gemäss Tabelle ??? herbeizuziehen. Bei den Abfertigungen muss zusätzlich vor Ort entweder die Restgeschwindigkeit der vor der Abfertigung wartenden Fahrzeuge oder deren Dichte sowie die durchschnittliche Abfertigungsfrequenz bestimmt werden. Die Umrechnung auf den Zeitverlust ergibt sich gemäss den Formeln ???.

Die Messungen des Verlaufes sollen über die gesamte Zeit verteilt werden, über welche die Störung vorliegt, und genügend dicht sein, damit die Abweichungen der gemessenen Werte von den tatsächlichen Werten im Zeitintervall bis zu nächsten Messung gering sind. Die Messungen sind fortzusetzen, bis die Störung nicht mehr vorhanden ist.

Bei einer Verspätung ist der Zeitverlust der Umfang der Verspätung. Es ist die Ankunftsverspätung bei der ersten Haltestelle mit der Verspätung massgebend. Zusätzlich kann die Ankunftsverspätung bei allen weiteren Haltestellen des verspäteten Kurses aufgezeichnet und der Durchschnittswert dieser Werte als Zeitverlust ausgewiesen

werden.

Bei einem Kursausfall ist der Zeitverlust die Zeit bis zum nächsten Kurs.

Bei einem Linienunterbruch ist der Zeitverlust die zusätzliche Reisezeit mit dem angebotenen Ersatz oder, falls kein solcher Ersatz angeboten wird, die zusätzliche Reisezeit, um über andere Linien zu den gleichen Reisezielen zu gelangen. In der ersten Genauigkeitsstufe ist der Durchschnitt über alle vom Linienunterbruch betroffenen Kurse und über alle möglichen Reiseziele als Zeitverlust heranzuziehen.

Der Gegebenheitstyp Dienst eingestellt ist zu behandeln wie ein Linienunterbruch ohne Ersatz. Es ist zu berücksichtigen, dass mögliche Alternativlinien von der Einstellung auch betroffen sein können und deshalb nicht zur Verfügung stehen.

Bei einer Linienumleitung berechnet sich der Zeitverlust der Störung durch die zusätzliche Fahrzeit.

Bei Zusatzkursen ist der Zeitverlust zu ersetzen mit einem Zeitgewinn durch Benutzung des Zusatzkurses. Der Zeitgewinn ergibt sich durch die Differenz der Abfahrtszeiten zwischen dem nächsten regulären Kurs und dem Zusatzkurs.

9 Werte zu den Verkehrsinformationen

9

9.1 Vorgehen

9.1

Sämtliche von den in die Untersuchung einbezogenen Informationsquellen abgegebenen Verkehrsmeldungen sind so, wie sie abgegeben wurden, vollständig zu dokumentieren. Dazu gehört die Angabe, von welcher Informationsquelle die Verkehrsmeldung stammt und wann sie abgegeben wurde. Die Aufzeichnungen müssen über mindestens 10 Jahre erhalten bleiben.

Kopien der aufgezeichneten Verkehrsmeldungen sind entsprechend den nachfolgenden Ausführungen zu bearbeiten und das Resultat dieser Bearbeitung ist wiederum vollständig zu dokumentieren und über 10 Jahre aufzubewahren.

Die vorliegende Norm verlangt für alle Verkehrsmeldungen ein bestimmtes Minimum an Angaben, welche sich einem festen Raster zuordnen lassen. Meldungen, welche nicht diesem Raster entsprechen, sind auf ihn abzubilden. Meldungen, welche sich nicht abbilden lassen oder minimal erforderliche Angaben nicht enthalten, sind aus dem Bestand der aufbereiteten Verkehrsmeldungen auszuschneiden.

Die Angaben müssen genügend sein, damit sich der Meldung ein Gegebenheitstyp zuordnen lässt (siehe Kapitel 9.2). Zudem muss klar sein, welche Teile des Strassennetzes bzw. welche Kurse des öffentlichen Verkehrs die Meldung betrifft (siehe Kapitel 9.3). Weiter muss bekannt sein, über welche Zeit die Meldung gilt (siehe Kapitel 9.4). Schliesslich muss mit bestimmten Gegebenheitstypen ein Ausmass verbunden sein (siehe Kapitel 9.5).

Mehrere Verkehrsmeldungen können die gleiche Gegebenheit betreffen. Geht dies nicht direkt aus den Meldungen hervor, dann ist es daran zu erkennen, dass der Gegebenheitstyp gleich ist, kein zeitlicher Unterbruch in der Gültigkeit vorliegt und sich die betroffenen Teile des Strassennetzes überlappen. Diese Meldungen sind jeweils zusammenzufassen.

Auszuschneiden aus dem Bestand bearbeiteter Verkehrsmeldungen sind diejenigen Meldungen, für welche sich nach der Abbildung auf den Raster ergibt, dass sie ausserhalb des Informationsanspruchs liegen (siehe Kapitel 5.5).

9.2 Zuordnung Gegebenheitstyp

Schlüsselement in der Verkehrsmeldung ist der Gegebenheitstyp. Um einen Abgleich mit der tatsächlichen Situation durchführen zu können, muss jede berücksichtigte Verkehrsmeldung einen Gegebenheitstyp enthalten. Falls der Gegebenheitstyp nicht explizit in der Meldung angegeben ist, muss er ihr zugeordnet werden.

Aus der Meldung muss hervorgehen, ob sie den öffentlichen Verkehr oder die Strasse generell betrifft. Ist dies nicht der Fall, dann ist die Meldung aus dem Meldungsbestand auszuschneiden.

Bei Meldungen zum öffentlichen Verkehr erfolgt die Zuordnung danach, ob sie sich auf einen einzelnen Kurs bezieht. Ist dies der Fall, dann können ihr je nach zusätzlichen Anhaltspunkten die Gegebenheitstypen Verspätung, Kursausfall oder Zusatzkurs zugeordnet werden. Andernfalls sind die möglichen Gegebenheitstypen Linienumleitung (wenn die betroffenen Kurse alle einen Zeitverlust aufweisen) oder Linienunterbruch (wenn die betroffenen Kurse nicht oder nicht auf der vollen Länge der Linie verkehren). Meldungen mit dem Gegebenheitstyp "Verkehrt nicht nach regulärem Fahrplan" werden ausgeschieden und solche mit dem Gegebenheitstyp "Dienst eingestellt" werden wie Linienunterbrüche der betroffenen Linien auf der vollen Länge behandelt.

Bei Meldungen zur Strasse ist für die Zuordnung ausschlaggebend, ob die betroffenen Strassenabschnitte noch befahrbar sind und ob sich Fahrzeuge aufstauen. Bei nicht mehr befahrbaren Strassenabschnitten ist der passende Gegebenheitstyp aus der Gruppe der Unterbrüche zuzuordnen, unabhängig davon, ob sich Fahrzeuge aufstauen. Die genaue Zuordnung des Gegebenheitstyps aus der Gruppe der Unterbrüche ist irrelevant. Falls nicht bekannt ist, ob es sich um einen Unterbruch handelt, ist anzunehmen, dass dies nicht der Fall ist.

Falls kein Unterbruch gegeben ist, sich aber Fahrzeuge aufstauen, dann ist der passende Gegebenheitstyp aus den Gruppen des Level of Service und der Abfertigungen zuzuordnen. Die Unterscheidung zwischen Level of Service und Abfertigung ergibt sich aus dem Ort des Kopfes der aufgestauten Fahrzeuge. Falls es sich dabei um eine Stelle handelt, an welcher Fahrzeuge auf irgend eine Art aktiv abgefertigt werden, dann handelt es sich um eine Abfertigung, sonst um Level of Service. Falls der Ort nicht genügend genau bekannt ist, ist Level of Service anzunehmen. Die genaue Zuordnung unter den verschiedenen Abfertigungen ist irrelevant.

Bei den Level of Service sind Rückstaus auszuschneiden. Sie liegen vor, wenn es in die betroffene Fahrtrichtung mehrere Fahrstreifen gibt und nur auf einem Teil dieser Fahrstreifen sich die Fahrzeuge aufstauen. Falls alle Fahrstreifen betroffen sind und in der Meldung für die einzelnen Strassenabschnitten, auf denen sich die Fahrzeuge aufstauen, explizit ein Zeitverlust angegeben ist, dann ist der Gegebenheitstyp Reisezeitverlust, sonst Stau oder stockender Verkehr. Für die Unterscheidung zwischen Stau und stockendem Verkehr gelten die Definitionen in [1]. Falls aus der Meldung nicht bestimmbar ist, um welchen Typ von Level of Service es sich handelt, ist stockender Verkehr anzunehmen.

Falls sich keine Fahrzeuge aufstauen, dann ist festzustellen, ob eine der Sachlagen Falschfahrer, Behinderung, Gefahr oder eingeschränkte Sicht vorliegt und es ist gegebenenfalls der entsprechende Gegebenheitstyp zuzuordnen, wobei für die Sachlagen Behinderung, Gefahr und eingeschränkte Sicht zusätzlich eine Ursache anzugeben ist. Lässt sich keine passende Sachlage zuordnen bzw. Ursache eruieren, dann ist die Meldung aus dem Bestand auszuschneiden.

9.2

9.3 Bestimmung der Ortsreferenzierung

9.3

Für Meldungen zum öffentlichen Verkehr muss bekannt sein, welche Kurse von der Meldung betroffen sind. Um dies zu bestimmen, können Zusatzinformationen wie z.B. Fahrpläne beigezogen werden. Meldungen, welchen keine Kurse zugeordnet werden können, sind aus dem Bestand auszuschneiden. Liegt eine Zusatzangabe vor, zwischen welchen Haltestellen die Kurse betroffen sind, dann ist dies zu berücksichtigen. Ist nur eine Haltestelle angegeben, dann wird angenommen, dass die Meldung ab dort bis zum Ende des Kurses gilt. Ohne derartige Zusatzangaben wird angenommen, dass die Meldung für den ganzen Kurs gilt.

Für Meldungen zur Strasse sind die betroffenen Strassenabschnitte zwischen zwei benachbarten Knoten entsprechend dem für die Ortsreferenzierung verwendeten Strassennetz massgebend. Dabei ist für alle Meldungen das gleiche Strassennetz zu unterlegen. Bei Vergleichsuntersuchungen und Differenzuntersuchungen (siehe Kapitel 5.2) muss für alle Informationsquellen das gleiche Strassennetz verwendet werden. Zusätzlich muss die betroffene Fahrtrichtung bekannt sein. Ohne diesbezügliche Angabe wird bei Meldungen zu Unterbrüchen angenommen, dass beide Fahrtrichtungen betroffen sind. Meldungen zu Abfertigungen, die für Fahrzeuge aus beiden Richtungen erfolgen, sowie Meldungen zum Level of Service ohne Richtungsangabe werden ausgeschieden. Genauere Angaben zur Lage innerhalb eines Abschnittes werden nicht ausgewertet. Ist die Ortsreferenzierung einer Meldung ein Knoten, dann wird sie auf den in Fahrtrichtung dem Knoten vorgelagerten Abschnitt bezogen.

9.4 Zeitliche Gültigkeit

9.4

Für Verkehrsmeldungen zum öffentlichen Verkehr, die direkt eine Angabe zu den betroffenen Kursen enthalten, braucht die zeitliche Gültigkeit nicht bestimmt zu werden.

Die zeitliche Gültigkeit der anderen Meldungen läuft ab der Zeit, die in der Meldung als Gültigkeitsbeginn angegeben ist. Ist kein Gültigkeitsbeginn angegeben, dann wird angenommen, dass sie ab dem Zeitpunkt gilt, zu dem sie von der Informationsquelle abgegeben wird.

Die zeitliche Gültigkeit endet sobald eine der Meldung zugeordnete Auflösungsmeldung abgegeben wird oder das in der Meldung angegebenen Gültigkeitsende erreicht ist. Spätestens endet sie, wenn kein Gültigkeitsende angegeben ist, je nach Gegebenheitstyp nach der in Tabelle ??? angegebenen Zeit seit der letzten gemeldeten Veränderung bezüglich Ort oder Ausmass. Falls der Informationsanspruch bestimmte Zeitpunkte der Aufdatierung vorsieht (siehe Kapitel 5.5), dann endet die Gültigkeit ab dem ersten dieser Zeitpunkte, zu dem die Meldung nicht mehr abgegeben oder als nicht mehr gültig angegeben wird.

9.5 Bestimmung des Ausmasses

9.5

Bei den Verkehrsmeldungen mit Gegebenheitstypen, welche eine Wirkung im Bereich der Transporteffizienz erzeugen, muss der Zeitverlust bekannt sein.

Für die Gegebenheitstypen der Gruppe der Unterbrüche sowie für Kursausfall, Linienunterbruch, Dienst eingestellt, Linienumleitung und Zusatzkurse erfolgt die Bestimmung des Zeitverlustes wie in Kapitel 8.7 angegeben. Das bedeutet, dass der Zeitverlust, sofern eine entsprechende Gegebenheit als effektive Situation festgestellt wird und dazu eine Verkehrsmeldung abgegeben wird, auf beiden Seiten gleich ist.

Ist bei einer Verspätung oder bei einer Gegebenheit der Gruppe der Abfertigungen der Zeitverlust nicht als Ausmass in der Verkehrsinformation angegeben, so wird er

mit 30 Minuten angenommen.

Ist für Gegebenheiten der Gruppe des Level of Service der Zeitverlust nicht explizit angegeben, dann lässt er sich aus der Ausdehnung der Störung berechnen. Der Umrechnungsfaktor von Länge in Zeitverlust ist für die verschiedenen Gegebenheitstypen in Tabelle ??? angegeben. Sind statt der Ausdehnung nur die betroffenen Strassenabschnitte bekannt, dann ist die Länge dieser Abschnitte zu bestimmen und daraus die Ausdehnung auf folgende Weise abzuleiten:

- Falls nur ein Abschnitt betroffen ist, ist als Ausdehnung die halbe Länge dieses Abschnittes anzunehmen.
- Falls mehrere Abschnitte betroffen sind, ist als Ausdehnung die halbe Länge des ersten und letzten betroffenen Abschnittes zuzüglich der vollen Länge der dazwischen liegenden Abschnitte anzunehmen.

Der Zeitverlust wird als konstant angenommen bis zu dem Zeitpunkt, an dem ein anderer Zeitverlust Gültigkeit erlangt. Eine Ausnahme bilden Verkehrsmeldungen, bei denen im Ausmass eine Tendenz angegeben wird. Ist diese Tendenz nicht weiter quantifiziert, also nur "zunehmend" oder "abnehmend", dann gelten die folgenden Festlegungen:

- Bei gemeldeter abnehmender Tendenz ist eine lineare Abnahme des gemeldeten Ausmasses vom gemeldeten Wert zur Zeit des Gültigkeitsanfangs bis auf den Wert 0 bei Ablauf der Maximalgültigkeit gemäss Tabelle ??? anzunehmen.
- Bei gemeldeter zunehmender Tendenz ist entsprechend eine lineare Zunahme auf das doppelte gemeldete Ausmass innerhalb dieser Zeit anzunehmen.

D Qualitätsberechnung

D

10 Transporteffizienz

10

10.1 Vorgehen

10.1

Einzubeziehen in die Berechnung sind alle Gegebenheiten aus der Stichprobe von tatsächlichen Situationen, welche gemäss ihrem Gegebenheitstyp eine Störung mit einer Wirkung im Bereich der Transporteffizienz darstellen.

Für jede in die Untersuchung einbezogene Störung ist aus den Qualitätswerten zur tatsächlichen Situation (siehe Kapitel 8) der Wert des Wirkungsparameters für die maximal erzielbare Wirkung $P_{s,TE \max}$ (s bezeichnet die Störung und TE den Wirkungsbereich Transporteffizienz) berechnet werden.

Als zweites ist der Wert des Wirkungsparameters für die Wirkungsdifferenz $P_{s,TE \text{ diff}}$ zu berechnen. Dazu müssen die abgegebenen Verkehrsmeldungen den Beobachtungszeiträumen und Beobachtungsorten der tatsächlichen Situationen zugeordnet werden (siehe Kapitel 8.1). Verkehrsmeldungen, die bezüglich zeitliche Gültigkeit und Ortsreferenzierung ausserhalb der Beobachtungszeiträume und Beobachtungsorte liegen, sind nicht zu berücksichtigen. Verkehrsmeldungen, welche teilweise innerhalb liegen, sind nur so weit zu berücksichtigen. Das bedeutet, dass Gültigkeitszeiten und Orte entsprechend den Grenzen der Beobachtungszeiträume und Beobachtungsorte anzupassen sind.

Die Formel für die Berechnung der Wirkungsparameter ist abhängig von der gewählten Genauigkeitsstufe.

Die Berechnungsformel für den Wirkungsparameter unterscheidet sich für tatsächliche Störungen, die gemäss Gegebenheitstyp einen Status darstellen, und tatsächliche Störungen, die gemäss Gegebenheitstyp einen Verlauf

darstellen (siehe Tabelle ???).

10.2 Maximal erzielbare Wirkung in der ersten Genauigkeitsstufe 10.2

Für einen Status ist die Berechnungsformel folgendermassen gegeben:

$$P_{s,TE \max} = N_{I_s} \cdot a_s^2$$

$P_{s,TE \max}$: Wirkungsparameter der Störung s für die maximale Wirkung.

N_{I_s} : Anzahl im Zeitintervall $I = [t_{s_a}, t_{s_e}]$ von der Störung Betroffener (siehe Kapitel 8.3). t_{s_a} ist die Zeit des tatsächlichen Anfangs der Störung und t_{s_e} die Zeit des tatsächlichen Endes (siehe Kapitel 8.4).

a_s : Zeitverlust durch die Störung s (siehe Kapitel 8.7).

Für einen Verlauf ist die Berechnungsformel folgendermassen gegeben:

$$P_{s,TE \max} = \sum_i m_i \cdot a_i^2$$

$P_{s,TE \max}$: Wirkungsparameter der Störung s für die maximale Wirkung.

\sum_i : Summe über alle Messungen i in der Messreihe (siehe Kapitel 8.7).

m_i : Anzahl Betroffener zwischen der i -ten und der $i+1$ -ten Messung.

a_i : Zeitverlust bei der i -ten Messung.

10.3 Maximal erzielbare Wirkung in der zweiten Genauigkeitsstufe 10.3

Für jeden Transport bzw. jede Transportgruppe, die an der Störung vorbeiführen würde, ist die beste Ausweichroute zu bestimmen. Dazu lässt sich ein Routenplanungsinstrument verwenden.

Für einen Status ist die Berechnungsformel folgendermassen gegeben:

$$P_{s,TE \max} = \sum_{TG} n_{TG} \cdot (a_s - a_{0TG})$$

$P_{s,TE \max}$: Wirkungsparameter der Störung s für die maximale Wirkung.

\sum_{TG} : Summe über die Transporte bzw. Transportgruppen (siehe Kapitel 8.3). Es sind nur diejenigen Transporte bzw. Transportgruppen zu berücksichtigen, für welche der Zeitverlust durch die Störung s grösser ist als der Zeitverlust durch die beste Ausweichroute.

n_{TG} : Grösse der Transportgruppe TG (= 1 im Fall eines einzelnen Transports)

a_s : Tatsächlicher Zeitverlust durch die Störung s

a_{0TG} : Zeitverlust für die bestimmte beste Ausweichroute der Transportgruppe TG

Für einen Verlauf ist die Berechnungsformel folgendermassen gegeben:

$$P_{s,TE \max} = \sum_{TG} n_{TG} \cdot (a_{iTG} - a_{0TG})$$

$P_{s,TE \max}$: Wirkungsparameter der Störung s für die maximale Wirkung.

\sum_{TG} : Summe über die Transporte bzw. Transportgruppen (siehe Kapitel 8.3). Es sind nur diejenigen Transporte bzw. Transportgruppen zu berücksichtigen, für welche der Zeitverlust durch die Störung gemäss Messreihe zu der Zeit, an welcher die über ein Ausweichen entscheiden würden, grösser ist als der Zeitverlust durch die beste Ausweichroute.

n_{TG} : Grösse der Transportgruppe TG (= 1 im Fall eines einzelnen Transports)

$a_{i\ TG}$: Tatsächlicher Zeitverlust in dem Messintervall, in welchem der Transport bzw. die Transportgruppe TG die Störstelle verlassen würde

$a_{0\ TG}$: Zeitverlust für die bestimmte beste Ausweichroute der Transportgruppe TG

10.4 Wirkungsdifferenz in der ersten Genauigkeitsstufe

10.4

In einem ersten Schritt werden die Verkehrsmeldungen den tatsächlichen Störungen zugeordnet. Dabei werden nur Zuordnungen vorgenommen, wenn im Bereich ÖV zumindest teilweise gleiche Kurse betroffen sind und im Bereich Strasse eine zeitliche Überschneidung besteht, die betroffenen Orte auf Strassenabschnitten des gleichen Strassentyps (Autobahn, Hauptstrasse, Nebenstrasse) liegen und durch Abschnitte desselben Strassentyps verbunden sind, die betroffene Fahrtrichtung unter Berücksichtigung dieser Verbindung übereinstimmt und Anfangs- und Endpunkt beide nicht mehr als x Abschnitte auseinanderliegen. Sind mehrere Zuordnungen möglich, dann ist diejenige zu wählen, welche den geringsten Beitrag zur Wirkungsdifferenz ergibt (siehe Kapitel 12.1).

Für tatsächliche Störungen s , die im Gegebenheitstyp einem Status entsprechen, sind die Zeitintervalle J zu bestimmen, zu denen die Störung vorliegt, aber keine der Störung zugeordnete Verkehrsmeldung gültig ist, oder zu denen die Störung nicht vorliegt, aber gemäss zugeordneter Verkehrsmeldung vorliegen würde.

Der Wirkungsparameter als Beitrag der Störung s zur Wirkungsdifferenz ist dann nach folgender Formel zu berechnen:

$$P_{s, TE\ diff} = \sum_J N_{J\ s} \cdot a_s^2$$

$P_{s, TE\ diff}$: Wirkungsparameter der Störung s als Beitrag zur Wirkungsdifferenz.

\sum_J : Summe über die relevanten Intervalle J (siehe oben).

$N_{J\ s}$: Anzahl in dem relevanten Intervall J (siehe oben) an der Störung s vorbeiführender Transporte.

a_s : Zeitverlust durch die Störung s (siehe Kapitel 8.7).

Falls $N_{J\ s}$ nicht explizit bestimmt wurde, kann es durch die Annahme eines über den für die Störung s relevanten Beobachtungszeitraumes konstanten Transportflusses abgeschätzt werden nach der Formel

$$N_{J\ s} = m_s \cdot t_J$$

$N_{J\ s}$: Anzahl in dem relevanten Intervall (siehe oben) an der Störung s vorbeiführender Transporte.

m_s : Durchschnittlicher Transportfluss (Transporte pro Zeiteinheit) bei der Störung s während dem relevanten Beobachtungszeitraum.

t_J : Länge des Intervalles J .

Für tatsächliche Störungen s , die im Gegebenheitstyp einem Verlauf entsprechen, ist die folgende Berechnungsformel anzuwenden:

$$P_{s, TE\ diff} = \sum_i n_i \cdot (a_{VI\ i} - a_i)^2$$

$P_{s, TE\ diff}$: Beitrag des Unterschieds zwischen realer gegenüber idealer Verkehrsinformation bei der Störung s zur Wirkungsdifferenz.

\sum_i : Summe über alle Zeitpunkte i . Es handelt sich entweder um Zeitpunkte einer Messung in der Messreihe oder um Zeitpunkte, zu denen gemäss Verkehrsinformation der Zeitverlust ändert.

n_i : Anzahl Transporte, die zwischen dem i -ten

und dem i+1-ten Zeitpunkt an der Störung vorbeiführen.

a_{vi} : Gemäss Verkehrsinformation gemeldeter Zeitverlust zum i-ten Zeitpunkt.

a_i : Effektiv gemessener Zeitverlust bei der aktuellsten Messung zum i-ten Zeitpunkt.

Analog zur Formel beim Status können die Werte für n_i , falls sie nicht alle explizit bestimmt wurden, abgeschätzt werden mit Hilfe des durchschnittlichen Transportflusses m_s und der Länge der Intervalle t_i zwischen dem i-ten und i+1-ten Zeitpunkt:

$$n_i = m_s \cdot t_i$$

Falls in der Verkehrsmeldung der Ort falsch angegeben ist, ergibt sich eine Erhöhung des Beitrages der Störung s zur Wirkungsdifferenz gemäss folgender Formel:

$$P_{s, TE \text{ diff}} = D \cdot X \cdot P_{s, TE \text{ max}} + (1 - D \cdot X) P'_{s, TE \text{ diff}}$$

$P_{s, TE \text{ diff}}$: Beitrag der Störung s zum Wirkungsparameter der Wirkungsdifferenz.

D: Korrekturfaktor für falschen Ortsbezug.

X: Anzahl Abschnitte, um welche der Anfang der Störstelle falsch gemeldet wird, plus Anzahl Abschnitte, um welche das Ende der Störstelle falsch gemeldet wird.

$P_{s, TE \text{ max}}$: Beitrag der Störung s zum Wirkungsparameter der maximalen Wirkung

$P'_{s, TE \text{ diff}}$: Beitrag, welcher sich für die Störung s zum Wirkungsparameter der Wirkungsdifferenz ergeben würde, wenn der Ortsbezug richtig wäre, der Zeitverlust aber so gross wäre, wie sich aus der Verkehrsinformation mit falschem Ortsbezug ableiten lässt.

Die Werte für den Korrekturfaktor D sind in Tabelle ??? angegeben.

10.5 Wirkungsdifferenz in der zweiten Genauigkeitsstufe

10.5

Für jeden Transport bzw. jede Transportgruppe, die im Beobachtungszeitraum am Beobachtungsort vorbeiführen würde, ist die beste Ausweichroute zu bestimmen. Transporte und Transportgruppen, welche weder gemäss tatsächlicher Situation noch gemäss Verkehrsmeldung von einer Störung betroffen wären, können weggelassen werden.

Für einen Status ist die Berechnungsformel folgendermassen gegeben:

$$P_{s, TE \text{ diff}} = \sum_{TG1} n_{TG1} \cdot (a_s - a_{0TG}) + \sum_{TG2} n_{TG2} \cdot (a_{vi s} - a_{0TG})$$

$P_{s, TE \text{ diff}}$: Wirkungsparameter der Störung s für die Wirkungsdifferenz.

TG1: Transport bzw. Transportgruppe (siehe Kapitel 8.3), welche die Stelle der tatsächlichen Störung zu einer Zeit passieren würde, zu welcher die Störung nicht gemeldet ist oder in der Verkehrsmeldung ein geringeres Ausmass hat als das tatsächliche. Es sind nur diejenigen Transporte bzw. Transportgruppen zu berücksichtigen, für welche der Zeitverlust durch die beste Ausweichroute zwischen dem Zeitverlust durch die tatsächliche Störung und dem gemeldeten Zeitverlust liegt.

\sum_{TG1} : Summe über die Transporte bzw. Transportgruppen TG1.

n_{TG1} : Grösse der Transportgruppe TG1 (= 1 im Fall eines einzelnen Transports).

a_s : Tatsächlicher Zeitverlust durch die Störung s .

$a_{0\text{ TG}}$: Zeitverlust für die bestimmte beste Ausweichroute der Transportgruppe TG

TG2: Transport bzw. Transportgruppe (siehe Kapitel 8.3), welche die Stelle der gemeldeten Störung zu einer Zeit passieren würde, zu welcher die Störung tatsächlich nicht vorliegt oder ein geringeres Ausmass hat als gemeldet. Es sind nur diejenigen Transporte bzw. Transportgruppen zu berücksichtigen, für welche der Zeitverlust durch die beste Ausweichroute zwischen dem gemeldeten Zeitverlust und dem Zeitverlust durch die tatsächliche Störung liegt.

Σ_{TG2} : Summe über die Transporte bzw. Transportgruppen TG2.

n_{TG2} : Grösse der Transportgruppe TG2 (= 1 im Fall eines einzelnen Transports).

$a_{\text{VI } s}$: Gemeldeter Zeitverlust durch die Störung s.

Für einen Verlauf ist die Berechnungsformel folgendermassen gegeben:

$$P_{s, \text{TE diff}} = \Sigma_{\text{TG1}} n_{\text{TG1}} \cdot (a_{i \text{ TG1}} - a_{0 \text{ TG1}}) + \Sigma_{\text{TG2}} n_{\text{TG2}} \cdot (a_{\text{VI } i \text{ TG2}} - a_{0 \text{ TG2}})$$

$P_{s, \text{TE diff}}$: Wirkungsparameter der Störung s für die Wirkungsdifferenz.

TG1: Transport bzw. Transportgruppe (siehe Kapitel 8.3), welche die Stelle der tatsächlichen Störung zu einer Zeit passieren würde, zu welcher die Störung nicht gemeldet ist oder in der Verkehrsmeldung ein geringeres Ausmass hat als das tatsächliche. Es sind nur diejenigen Transporte bzw. Transportgruppen zu berücksichtigen, für welche der Zeitverlust durch die beste Ausweichroute zu der Zeit, an welcher die über ein Ausweichen entscheiden würden, zwischen dem Zeitverlust durch die tatsächliche Störung gemäss Messreihe und dem gemeldeten Zeitverlust liegt.

Σ_{TG1} : Summe über die Transporte bzw. Transportgruppen TG1.

n_{TG1} : Grösse der Transportgruppe TG1 (= 1 im Fall eines einzelnen Transports)

$a_{i \text{ TG1}}$: Tatsächlicher Zeitverlust in dem Messintervall, in welchem der Transport bzw. die Transportgruppe TG1 die Störstelle verlassen würde.

$a_{0 \text{ TG1}}$: Zeitverlust für die bestimmte beste Ausweichroute der Transportgruppe TG1.

TG2: Transport bzw. Transportgruppe (siehe Kapitel 8.3), welche die Stelle der gemeldeten Störung zu einer Zeit passieren würde, zu welcher die Störung tatsächlich nicht vorliegt oder ein geringeres Ausmass hat als gemeldet. Es sind nur diejenigen Transporte bzw. Transportgruppen zu berücksichtigen, für welche der Zeitverlust durch die beste Ausweichroute zu der Zeit, an welcher die über ein Ausweichen entscheiden würden, zwischen dem gemeldeten Zeitverlust und dem Zeitverlust durch die tatsächliche Störung gemäss Messreihe liegt.

Σ_{TG2} : Summe über die Transporte bzw. Transportgruppen TG2.

n_{TG2} : Grösse der Transportgruppe TG2 (= 1 im Fall eines einzelnen Transports)

$a_{\text{VI } i \text{ TG2}}$: Gemeldeter Zeitverlust in dem Messintervall, in welchem der Transport bzw. die Transportgruppe TG2 die Störstelle verlassen würde.

$a_{0 \text{ TG2}}$: Zeitverlust für die bestimmte beste Aus-

weichroute der Transportgruppe TG2.

11	<i>Verkehrssicherheit</i>	11
11.1	Vorgehen	11.1
11.2	Maximal erzielbare Wirkung in der ersten Genauigkeitsstufe	11.2
11.3	Maximal erzielbare Wirkung in der zweiten Genauigkeitsstufe	11.3
11.4	Wirkungsdifferenz in der ersten Genauigkeitsstufe	11.4
11.5	Wirkungsdifferenz in der zweiten Genauigkeitsstufe	11.5
11.6	Falscher Gegebenheitstyp	11.6
11.7	Falscher Ort	11.7

12	<i>Zusammenzug</i>	12
12.1	Vorgehen	12.1

Zu berechnen ist der Wert des Qualitätsmasses Q für den Untersuchungsgegenstand. Dabei ist folgende Formel anzuwenden:

$$Q = 1 - \frac{\sum_a G_{A,TE} \cdot P_{a,TE \text{ diff}} + \sum_a G_{A,VS} \cdot P_{a,VS \text{ diff}}}{\sum_a G_{A,TE} \cdot P_{a,TE \text{ max}} + \sum_a G_{A,VS} \cdot P_{a,VS \text{ max}}}$$

a: Gegebenheit

Σ_a : Summe über die Gegebenheiten a

A: Gegebenheitstyp der Gegebenheit a

$G_{A,TE}$: Gewichtung für den Gegebenheitstyp A im Wirkungsbereich Transporteffizienz

$G_{A,VS}$: Gewichtung für den Gegebenheitstyp A im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit

$P_{a,TE \text{ diff}}$: Wirkungsparameter der Gegebenheit a im Wirkungsbereich Transporteffizienz für die Wirkungsdifferenz

$P_{a,VS \text{ diff}}$: Wirkungsparameter der Gegebenheit a im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit für die Wirkungsdifferenz

$P_{a,TE \text{ max}}$: Wirkungsparameter der Gegebenheit a im Wirkungsbereich Transporteffizienz für die maximale Wirkung

$P_{a,VS \text{ max}}$: Wirkungsparameter der Gegebenheit a im Wirkungsbereich Verkehrssicherheit für die maximale Wirkung

Die Gewichtungen sind feste Werte, die nur von dem Gegebenheitstyp und von der Genauigkeitsstufe abhängen, und sind in den Tabellen ??? angegeben.

12.2	Prognosen	12.2
------	-----------	------

Sofern die einbezogenen Informationsquellen zusätzlich

zu der aktuellen Verkehrsinformation Prognosen abgeben, sind diese in der Qualitätsbewertung ebenfalls zu berücksichtigen, sofern die Angaben genügend spezifisch sind, um den Anforderungen gemäss Kapitel 9.1 zu genügen. Für jede Prognose sind Werte $P_{s,TE \max}$ bzw. $P_{g,VS \max}$ gemäss Kapitel 10 und 11 zu bestimmen. Zudem sind analog den Werten $P_{s,TE \text{ diff}}$ bzw. $P_{g,VS \text{ diff}}$ Werte $P'_{s,TE \text{ diff}}$ bzw. $P'_{g,VS \text{ diff}}$ zu bestimmen. Aus diesen errechnen sich die Werte für $P_{s,TE \text{ diff}}$ bzw. $P_{g,VS \text{ diff}}$ nach folgender Formel:

$$P_{\text{diff}} = Z(t_p) \cdot P'_{\text{diff}}$$

P_{diff} : Beitrag der Prognose p zur Wirkungsdifferenz ($P_{s,TE \text{ diff}}$ bzw. $P_{g,VS \text{ diff}}$).

$Z(t_p)$: Reduktionsfaktor für Prognosen, abhängig vom Prognosehorizont t_p (Länge des Zeitintervalls zwischen dem Zeitpunkt, zu welchem die Prognose erstellt wurde und dem Zeitpunkt, für den das Zutreffen des Inhalts der Prognose vorausgesagt wird).

P'_{diff} : Beitrag zur Wirkungsdifferenz der sich ergeben würde, wenn es sich nicht um eine Prognose, sondern um eine aktuelle Verkehrsinformation handelte ($P'_{s,TE \text{ diff}}$ bzw. $P'_{g,VS \text{ diff}}$).

Der Reduktionsfaktor $Z(t_p)$ ist $=1/2$ für Prognosehorizonte t_p über einer Stunde und berechnet sich für Prognosehorizonte t_p unterhalb einer Stunde gemäss der Formel

$$Z(t_p) = 2^{-t_p}$$

wobei t_p in Stunden anzugeben ist.

12.3 Berechnung des Qualitätswertes 12.3

12.4 Bestimmung des Qualitätslevels 12.4

Der Qualitätslevel ergibt sich direkt aus dem berechneten Qualitätswert und erlaubt, diesen Wert in einem weiteren Zusammenhang zu interpretieren. Die Bestimmung des Qualitätslevels erfolgt nach folgendem Schema:

Qualitätslevel 0:

Negativer Qualitätswert.

Qualitätslevel 1:

Qualitätswert zwischen 0 (einschliesslich) und 50% (ausschliesslich)

Qualitätslevel 2:

Qualitätswert zwischen 50% (einschliesslich) und 80% (ausschliesslich)

Qualitätslevel 3:

Qualitätswert zwischen 80% (einschliesslich) und 90% (ausschliesslich)

Qualitätslevel 4:

Qualitätswert zwischen 90% (einschliesslich) und 95% (ausschliesslich)

Qualitätslevel 5:

Qualitätswert zwischen 95% (einschliesslich) und 98% (ausschliesslich)

etc.

E Qualitätsbewertung E

13 *Sensitivitätsanalyse* 13

13.1 Vorgehen 13.1

13.2 Sensitivitätskriterien 13.2

14 *Bestimmung des Verbesserungspotentials* 14

15	<i>Qualitätsbericht</i>	15
15.1	Vorgehen	15.1
	Die wesentlichen Resultate der Qualitätsbewertung sind in einem Qualitätsbericht darzustellen. Als Anhang zu diesem Bericht können detaillierte Resultate und Zwischenresultate einzelner Berechnungsschritte angefügt werden.	
15.2	Allgemeine Angaben	15.2
	Die allgemeinen Angaben verschaffen einen Überblick über die Bedingungen, unter denen die Qualitätsbewertung stattfand, sowie über die allgemeine Ausrichtung der Qualitätsbewertung. Sie müssen mindestens folgende Punkte enthalten:	
	<ul style="list-style-type: none"> • Beteiligte an der Qualitätsbewertung. Bezeichnung der Firmen oder Institutionen, Kontaktadressen, Namen der in leitenden Positionen eingesetzten Ausführenden. • Auftraggeber. Bezeichnung der Firma oder Institution, Kontaktadresse. • Verwendete Version der Norm. • Art der Untersuchung gemäss Kapitel 5.2. • Informationsquellen gemäss Kapitel 5.3. Beschreibung des Systems, von dem die Verkehrsinformation übernommen wird, und des Bearbeitungsschrittes, nach dem die Information abgezweigt wird. • Informationsanspruch gemäss Kapitel 5.5. • Zeitraum der Untersuchung. Anfangs- und Enddatum. • Untersuchungsgebiet. Geographisches Gebiet, auf welches die Untersuchung beschränkt ist (vgl. Kapitel 6.2). • Grösse der Probe. Anzahl Gegebenheiten, aufgegliedert nach Gegebenheitstypen. • Art der Erfassung der tatsächlichen Situation und eingesetzte Hilfsmittel. • Angaben zu den Beobachtungsorten. Räumliche Verteilung, durchschnittliche Beobachtungszeit pro Beobachtungsort. 	
15.3	Qualitätswerte und Qualitätslevel	15.3
	Die Angaben zu den Qualitätswerten und Qualitätslevel müssen mindestens folgende Punkte enthalten:	
	<ul style="list-style-type: none"> • Den Qualitätswert für jede einbezogene Informationsquelle. • So weit ermittelt, den Fehler des jeweiligen Qualitätswertes. • Für jeden Qualitätswert den entsprechenden Qualitätslevel. 	
15.4	Vorbehalte	15.4
	Unter dem Kapitel "Vorbehalte" ist alles aufzuführen, was die Aussagekraft der ermittelten Qualitätswerte und Qualitätslevel schmälern könnte oder was eine Vergleichbarkeit mit anderen Qualitätsuntersuchungen einschränken könnte. Dazu gehören insbesondere:	
	<ul style="list-style-type: none"> • Nachträglich festgestellte Mängel in der Repräsentativität. • Resultate der Sensitivitätsanalyse. • Methodische Abweichungen von der Norm oder Besonderheiten in der Erfassung der tatsächlichen Situation. • Angaben zur Vergleichbarkeit mit früheren Unter- 	

suchungen. So weit solche Untersuchungen andere Gewichtungen und Formeln verwenden, sind nach Möglichkeit die Qualitätswerte und Qualitätslevel anzugeben, welche sich nach der in der aktuellen Untersuchung verwendeten Methode ergeben würden.

15.5 Empfehlungen

15.5

Im Kapitel "Empfehlungen" sind basierend auf dem Resultat der Qualitätsbewertung, insbesondere auch der Sensitivitätsanalyse, Angaben zu möglichen Verbesserungen zu machen. In Betracht zu ziehen sind, so weit durch das Resultat begründet, Angaben in folgenden Bereichen:

- Möglichkeiten zur Qualitätsverbesserung (vgl. Kapitel 14).
- Weitere Untersuchungen zur Verbesserung der Aussagekraft der Qualitätsbewertung.

Abb. 1
xxx

Fig. 1

Abbildung 5 zeigt xxx

Bereiche <i>Domaines</i>	Betrachtungsebene <i>Niveau de considération</i>	Erfassung <i>Saisie</i>	Beurteilung <i>Appréciation</i>	Folgerungen <i>Conséquences</i>

P Projektebene
N Netzebene

P Niveau du projet
N Niveau du réseau

Abb. 5

Fig. 5

F Literaturverzeichnis

[1] SN 671 921 Schweiz. Dictionnaire für standardisierte Verkehrsinformationen

[5] Bundesamt für Strassen,
KUBA-MS-Ticino, Handbuch der Datenerfassung,
Bern, 1998

[6] Bundesamt für Strassen,
UnterhaltsPlanung National-Strassen
UPlaNS, Bern

F Bibliographie

[1] SN 671 921